



Anthropisation et dynamique des zones humides dans le nord-est-algérien : apport des études palynologiques pour une gestion conservatoire

Chahrazed Gherzouli

► To cite this version:

Chahrazed Gherzouli. Anthropisation et dynamique des zones humides dans le nord-est-algérien : apport des études palynologiques pour une gestion conservatoire. Géographie. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II, 2013. Français. NNT : 2013TOU20128 . tel-01058385

HAL Id: tel-01058385

<https://theses.hal.science/tel-01058385>

Submitted on 26 Aug 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Université
de Toulouse

THÈSE

En vue de l'obtention du

DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

Délivré par :

Université Toulouse 2 Le Mirail (UT2 Le Mirail)

Présentée et soutenue par :

Chahrazed BENHASSINE-GHERZOULI

le mardi 17 décembre 2013

Titre :

Anthropisation et dynamique des zones humides dans le nord-est algérien :
Apport des études palynologiques pour une gestion conservatoire

École doctorale et discipline ou spécialité :

ED TESC : Géographie et aménagement

Unité de recherche :

Laboratoire GEODE-UMR 5602/CNRS

Directeur(s) de Thèse :

Jean-Paul Métailié, Directeur de recherche, UMR 5602 CNRS, GEODE, Université de Toulouse
Didier Galop, Chargé de recherche, UMR 5602 CNRS, GEODE, Université de Toulouse

Jury :

Yamna Djellouli, Professeur, Université du Maine (rapporteur)
Mostefa Salamani, MCF, Université Houari Boumédiène, Alger (rapporteur)
Laurent Simon, Professeur, Université Paris 1 Panthéon Sorbonne

"Chercher à comprendre, c'est commencer à désobéir"

Jean Michel Wyl (1942-1980)

Remerciements

Au terme de ce travail, c'est avec plaisir et reconnaissance que je remercie toutes les personnes qui tout au long de ces années m'ont aidé par leur soutien scientifique et moral.

Qu'il me soit permis ici d'exprimer toute ma gratitude et ma reconnaissance à mes directeurs de thèse, messieurs Jean Paul Métailié et Didier Galop. Je les remercie de m'avoir accueilli au sein du laboratoire GEODE et de m'avoir permis de réaliser cette fin de parcours.

Que serait cette thèse sans Didier Galop qui m'a permis d'accéder à la palynologie après un parcours peu commun. Grâce à lui, j'ai pu m'initier aux disciplines du paléoenvironnement. Il a su, par sa disponibilité réorienter cette recherche quand cela fut nécessaire et par sa générosité porter un sujet sans financement sachant que les études palynologiques sont assez onéreuses.

Je me dois également d'associer Monsieur Gharzouli Rachid, mon enseignant algérien à ces remerciements. C'est avec lui que j'ai fait mes premières sorties de botaniste. Je remercie également Boulaacheb Nacera de m'avoir accompagné sur le terrain et d'avoir répondu à mes innombrables questions.

Je remercie vivement les membres du jury, madame Djellouli Yamna, monsieur Laurent Simon et monsieur Mostefa Salamani, qui ont accepté de rapporter et d'examiner mon travail.

Un grand merci à l'ensemble des membres du laboratoire GEODE et en particulier à Hugues Barcet à qui je faisais appel pour les tracas informatiques. Merci également à Nicolas de Munnick pour ses encouragements permanents et pour l'intérêt qu'il a toujours porté à mon travail. J'adresse une pensée aux doctorants et jeunes chercheurs avec qui j'ai passé de nombreuses années, de nombreuses pauses déjeuner aussi.

Je suis hautement redevable à Florence Mazier qui a toujours répondu avec patience à mes demandes bibliographiques et qui m'a permis de réaliser l'étude de la richesse palynologique. Je salue son professionnalisme et son dévouement. Je tiens également à remercier Dominique Laffly de m'avoir aidé à réaliser mon analyse statistique.

Je remercie chaleureusement Elodie Faure et Carole Cugny pour leurs conseils et coaching pollinique. Je remercie en particulier Carole et Anne Peltier pour la relecture d'une partie de mon manuscrit.

Je ne pourrais oublier mes chères amies qui malgré des trajectoires divergentes ont toujours été là : Nafissa, Lydia, Hadia et Lamia.

Un grand merci à ma famille et belle famille pour leurs soutien et encouragements incessants tout au long de ce travail, ainsi que pour la patience, la confiance et l'attention dont ils ont su faire preuve. Je peux te le dire maintenant Manou, cette thèse est finie.

Le plus fort de mes remerciements est pour toi Hani. Merci d'être là tous les jours, si bienveillant. Merci de m'avoir suivi dans cette aventure et de t'occuper de nos chers bébés Sami et Ghani qui m'ont donné le courage de finaliser mon travail.

Enfin je terminerais par une pensée émue pour mon père qui était là au début de cette thèse. Si fière et si impliqué. Et je ne peu m'empêcher de repenser à ce fameux 26 Août 2008, où assis au bord de la mare, épuisés après un carottage forcé et une marche de deux heures sous un soleil de plomb, on prend le temps alors de discuter de tout et de rien comme on savait si bien le faire. Tu te demandais alors ce que pourrait bien cacher cette carotte. Tu n'es pas là aujourd'hui pour le savoir. Tu n'es pas là non plus pour me voir accomplir ce travail. Et pourtant c'est à toi qu'il est dédié.

Sommaire

CHAPITRE 1: INTRODUCTION GENERALE	10
1.1 INTRODUCTION ET PROBLEMATIQUE	10
1.1.1 CHOIX DES ZONES D'ETUDE	13
1.1.2 STRUCTURATION DE LA THESE	15
1.2 LES ZONES HUMIDES	16
1.2.1 LES ZONES HUMIDES MEDITERRANEENNES	17
1.2.2 STRATEGIE MEDITERRANEENNE POUR LA CONSERVATION DES ZONES HUMIDES	18
1.2.3 LA QUESTION DES MILIEUX HUMIDES EN ALGERIE	20
CHAPITRE 2: UNE DEMARCHE FONDEE SUR LA RETRO-OBSERVATION	28
2.1 OBSERVER LE PASSE POUR COMPRENDRE LES PROCESSUS EN COURS ET ANTICIPER LE FUTUR	28
2.2 APPLICATION AUX MILIEUX HUMIDES D'ALGERIE	29
2.3 LA DEMARCHE	29
2.3.1 UTILISATION DE LA PALYNOLOGIE COMME OUTIL DE RETRO-OBSERVATION	29
2.3.2 DES SITES DIVERSIFIES	30
2.3.3 LES MARES TEMPORAIRES : CES TROUS D'EAU, ENTRE ORIGINALITE ET BANALITE !	32
2.3.4 ADAPTER NOTRE DEMARCHE AUX TERRAINS DE L'ALGERIE DU NORD	33
CHAPITRE 3: LES TERRAINS D'ETUDES ET LES SITES ETUDIES	34
3.1 LE DJEBEL MEGRISS : A LA PORTE DE LA PETITE KABYLIE	35
3.2 LES TERRAINS EN KABYLIE	37
3.2.1 LA FORET DOMANIALE DE TAMENTOUT	39
3.2.2 PRESSION ANTHROPIQUE DANS LA FORET DE TAMENTOUT	39
3.3 LE LAC NOIR EN NUMIDIE	40
3.3.1 LE PARC NATIONAL D'EL KALA	41
3.3.2 PRESSION ANTHROPIQUE	42
CHAPITRE 4: METHODES ET RESULTATS	44
4.1 CONSTRUCTION DE REFERENTIELS ET RELATIONS PLUIE POLLINIQUE VEGETATION ACTUELLE	44
4.1.1 CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES ET ECOLOGIQUES DU DJEBEL MEGRISS	46
4.1.2 LES INDICATEURS POLLINIQUES D'ANTHROPISATION DANS LE DJEBEL MEGRISS	53
4.1.3 LA RELATION PLUIE POLLINIQUE/VEGETATION ACTUELLE	75
4.2 HISTOIRE DE LA VEGETATION ET DYNAMIQUE DES MILIEUX HUMIDES SUR LA LONGUE DUREE	92
4.2.1 TERRAINS D'ETUDE ET METHODES APPLIQUEES	92
4.2.2 DATATION ET CHRONOLOGIE	96
4.3 PRESENTATION DES RESULTATS	97

4.3.1	EVOLUTION DU LAC NOIR	97
4.3.2	LES MARES TEMPORAIRES	111
4.3.3	LES TOURBIERES	136
CHAPITRE 5: SYNTHESE ET PERSPECTIVES		157
5.1	DYNAMIQUE VEGETALE ET ANTHROPIQUE DU DJEBEL MEGRISS	158
5.1.1	APPORT DU REFERENTIEL ACTUEL POUR L'INTERPRETATION DES DYNAMIQUES ENVIRONNEMENTALES PASSEES DU DJEBEL MEGRISS	158
5.1.2	ESQUISSE DE CARACTERISATION DE L'HISTOIRE DE LA VEGETATION DU DJEBEL MEGRISS AU COURS DES TROIS DERNIERS SIECLES.	160
5.2	CORRELATION ET INTERPRETATION CHRONOLOGIQUE ET HISTORIQUE DES MARES TEMPORAIRES MADJEN EL HNECH (MEGRISS) ET KESRANE (PETITE KABYLIE)	166
5.2.1	CARACTERISTIQUES ET TRAITS ORIGINAUX DE LA DYNAMIQUE VEGETALE ET ANTHROPIQUE PASSEE DES MARES TEMPORAIRES MADJEN EL HNECH ET KESRANE	169
5.2.2	INTERPRETATION CHRONOLOGIQUE ET HISTOIRE DE LA VEGETATION DES MARES TEMPORAIRES	172
5.2.3	IMPLICATION POUR LA CONSERVATION DES MARES TEMPORAIRES	175
5.3	ANTHROPISATION ET IMPACT SUR LE COUVERT VEGETAL DU SECTEUR BIOGEOGRAPHIQUE KABYLIE-CONSTANTINOIS- NUMIDIE.	177
5.4	IMPLICATION DE L'ETUDE PALEOECOLOGIQUE POUR LA CONSERVATION DES ZONES HUMIDES	180
5.5	CONCLUSION ET PERSPECTIVES	181
BIBLIOGRAPHIE		184
ANNEXE		202

Table des figures

Figure.1-1. Principaux travaux paléoenvironnementaux au Maghreb et études écologiques récentes sur les zones humides en Algérie	11
Figure 1-2. Carte de subdivisions phytogéographiques du Nord-Est algérien et situation des terrains d'étude (source: Vela et Benhouhou, 2007, modifiée)	14
Figure 1-3. Carte de répartition des zones humides d'Algérie classées sur la liste Ramsar à ce jour	21
Figure 1-4. Carte de localisation du lac de Béni Bélaid	25
Figure 1-5. Photos des différents écosystèmes de Béni Bélaid. a, e): Terrain agricole au sud ; b): Rive nord, cordon dunaire ; c): Peupleraie à l'Ouest protégée par un grillage ; d): Plan d'eau permanent à l'ouest.	26
Figure 2-1. Photographies de grains de pollen (grossissement x 400) de la mare temporaire Madjen El Hnech	31
Figure 3-1. Carte de localisation des terrains d'étude	34
Figure 3-2. Carte de localisation du Djebel Mégriss (source : Boulaacheb (2013), modifiée)	35
Figure 3-3. Photographies du Djebel Mégriss: 1, 2. le Djebel Mégriss, avec au loin la chaîne des montagnes kabyles ; 3,4. Mare temporaire dans une dépression ; 5, 6. Espaces pastoraux (pâturages par les ovins et les équidés) et reboisement de Cèdre.	36
Figure 3-4. Carte de localisation de la petite Kabylie (source : Direction des forêts de la wilaya de Jijel) et localisation et photographies de la forêt de Tamentout. 1,2,4 : forêt de Chêne zéen et liège. 3 : vue d'ensemble sur les massifs forestiers Kabyles.	38
Figure 3-5. Forêt claire et pastorale de chênes zéen (forêt de Tamentout)	39
Figure 3-6. Carte de localisation du Parc National d'EL Kala et du lac Noir	40
Figure 3-7. Photographies du Parc National d'El Kala. 1 : Plage ; 2. 3 : lac Tonga ; 4. : lac Oubeira ; 5 : lac Noir	43
Figure 4-1. Histogramme des moyennes annuelles des précipitations du Djebel Mégriss	48
Figure 4-2. Histogramme des moyennes mensuelles des précipitations	48
Figure 4-3. Spectre des plantes fourragères du Djebel Mégriss (source : Boulaacheb, 2009)	52
Figure 4-4. Les indicateurs polliniques d'anthropisation (d'après Behre, 1981)	54
Figure 4-5. Répartition des familles associées aux cultures du Djebel Mégriss	58
Figure 4-6. Répartition des taxons par familles associées aux pâturages et prairies du Djebel Mégriss	62
Figure 4-7. Répartition des familles associées aux clairières du Djebel Mégriss	64
Figure 4-8. Répartition des familles associées aux friches, chemins et décombres du Djebel Mégriss	66
Figure 4-9. Répartition des familles associées aux plantes des pelouses du Djebel Mégriss	69
Figure 4-10. Carte de localisation et photographies de la mare Madjen El Hnech (Djebel Mégriss, Sétif, Constantinois). Croquis de la structure de la végétation et des points de prélèvement des sédiments de surface	76
Figure 4-11. Diagramme pollinique des sédiments de surface de la mare Madjen El Hnech (Djebel Mégriss, Sétif, Constantinois)	84
Figure 4-12. Diagramme pollinique simplifié des sédiments de surface de la mare Madjen El Hnech (Djebel Mégriss, Sétif, Constantinois)	85
Figure 4-13. a) Plan 1.2 de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) réalisé pour les assemblages pollinique de surface de la mare Madjen El Hnech. La signification des codes de taxa est donnée dans le tableau 4-13	86
Figure 4-14. b) Plan 1.3 de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) réalisé pour les assemblages pollinique de surface de la mare Madjen El Hnech. c) Plan 2.3 de l'AFC. La signification des codes de taxa est donnée dans le tableau 4-13	87

Figure 4-15. Classification hiérarchique ascendante (CHA) réalisée sur les assemblages polliniques de surface	88
Figure 4-16. Carte de localisation et photographies du lac Noir. a, b : lac Noir ; c, d : Tourbière.	98
Figure 4-17. Modèle âge/ Profondeur de la tourbière du Lac Noir (El Kala, Numidie)	100
Figure 4-18. Diagramme pollinique complet de la tourbière du lac Noir (El Kala, Numidie): arbres et arbustes	103
Figure 4-19. Diagramme pollinique complet de la tourbière du lac Noir (El Kala, Numidie): herbacées, hygrophiles et aquatiques	104
Figure 4-20. Diagramme pollinique simplifié de la tourbière du Lac Noir (El Kala, Numidie) et courbe de la richesse palynologique estimée	108
Figure 4-21. a) Carte de localisation et photographies de la mare Madjen El Hnech (Djebel Mégriss, Sétif, Constantinois) ; b) Pelouse pastorale à <i>Asphodelus microcarpus</i> et bordure de la mare à <i>Ranunculus aquatilis</i> ; c) Falaise en haut de la mare à végétation rupicole. ; d) Troupeau d'équidés près des berges de la mare. Les photographies ont été prises en Avril 2008	112
Figure 4-22. Diagramme pollinique complet de la mare Madjen El Hnech. (Djebel Mégriss, Sétif, Constantinois)	115
Figure 4-23. Diagramme pollinique simplifié et courbe de la richesse spécifique de la mare Madjen El Hnech (Djebel Mégriss)	119
Figure 4-24. Localisation et photographies de la mare temporaire Kesrane (forêt de Tamentout, petite Kabylie). a) Carte de végétation de la wilaya de Jijel. b) et c) la mare temporaire. d) et e) Chênaie mixte	124
Figure 4-25. Modèle Age/Profondeur de la mare temporaire Kesrane. Forêt de Tamentout	126
Figure 4-26. Diagramme pollinique complet de la mare temporaire Kesrane (forêt de Tamentout, petite Kabylie)	129
Figure 4-27. Diagramme pollinique simplifié de la mare temporaire Kesrane (forêt de Tamentout)	133
Figure 4-28. a) Carte de localisation et photographie de la formation tourbeuse Mégriss Ouest (Sétif, Constantinois). b) reboisement de Cèdre au sud de la formation.c) affleurement de la roche mère au nord de la formation tourbeuse	137
Figure.4-29. Modèle Age/Profondeur de la formation tourbeuse Mégriss Ouest (Sétif, Constantinois)	139
Figure 4-30. Diagramme pollinique complet de la formation tourbeuse Mégriss Ouest	141
Figure 4-31. Diagramme pollinique simplifié de la formation tourbeuse Mégriss Ouest	145
Figure 4-32. Carte de localisation et photographies de la formation tourbeuse Mégriss Nord (Sétif, Constantinois)	149
Figure 4-33. Diagramme pollinique complet de la formation tourbeuse Mégriss Nord (Sétif, Constantinois)	152
Figure 4-34. Diagramme simplifié de la formation tourbeuse Mégriss Nord	155
Figure 5-1. Dynamique anthropique dans le Djebel Mégriss	162
Figure 5-2. Croquis de la zonation de la végétation dans les mares temporaires : 1. Madjen El Hnech (Djebel Mégriss- Constantinois). 2. Kesrane (forêt de Tamentout-petite Kabylie)	168
Figure 5-3. Dynamiques végétale et anthropique des mares temporaires Madjen El Hnech (Djebel Mégriss- Constantinois) et Kesrane (forêt de Tamentout- petite Kabylie)	171
Figure 5-4. Chronologie et dynamique d'anthropisation dans les différents secteurs biogéographiques (Numidie-Constantinois-Petite Kabylie)	178

Liste des tableaux

Tableau 4-1. Moyennes annuelles des précipitations du Djebel Mégriss	48
Tableau 4-2. Moyennes mensuelles des précipitations	48
Tableau 4-3. Moyennes mensuelles des températures du site du Djebel Mégriss	49
Tableau 4-4. Répartition par familles des taxons relatifs aux cultures du Djebel Mégriss	57
Tableau 4-5. Répartition des taxons par famille, relatifs aux plantes des pâturages et prairies du Djebel Mégriss	61
Tableau 4-6. Répartition des taxons par famille relatifs aux plantes des clairières du Djebel Mégriss	63
Tableau 4-7. Répartition des taxons par famille et spécification de leur rang systématiques relatifs aux plantes des friches, chemins et décombres du Djebel Mégriss	65
Tableau 4-8. Répartition des taxons par famille et spécification de leurs rangs systématiques relatifs aux plantes des pelouses du Djebel Mégriss	68
Tableau 4-9. Fréquences des familles présentes dans les différents milieux anthropisés du Djebel Mégriss	70
Tableau 4-10. Liste des taxons indicateurs d'anthropisation dans le Djebel Mégriss	74
Tableau 4-11. Taxons recensés dans la mare Madjen El Hnech avec leur fréquences : Abt, Abondante ; R, Rare ; P, Présente	78
Tableau 4-12. Types biologiques des différentes espèces rencontrées dans la mare Madjen El Hnech (Djebel Mégriss)	79
Tableau 4-13. Liste des taxons recensés dans les assemblages polliniques de surface de la mare Madjen El Hnech (Djebel Mégriss). Type biologique : Te : Terrestre ; Am : Amphibie ; Aq : Aquatique	83
Tableau 4-14. Groupements écologiques des taxons polliniques de surface de la mare Madjen El Hnech	85
Tableau 4-15. Liste des sites d'étude	92
Tableau 4-16. Datations radiocarbone	96
Tableau 4-17. Datations radiocarbone AMS réalisées au Poznam Radiocarbon laboratory Pologne	99
Tableau 4-18. Descriptions des zones polliniques locales (ZAP) du profil de la tourbière du lac Noir (El Kala, Numidie)	102
Tableau 4-19. Datation radiocarbone AMS réalisée sur la séquence sédimentaire de la mare Madjen El Hnech (djebel Mégriss) Poznam Radiocarbon laboratory-Pologne	113
Tableau 4-20. Tableau descriptif des zones polliniques locales (LZAP) du profil de la mare Madjen El Hnech	114
Tableau 4-21. Datations radiocarbone AMS réalisées au Poznan Radiocarbon laboratory-Pologne	125
Tableau 4-22. Tableau descriptif des zones Polliniques locales (ZAP) du profil de la mare temporaire Kesrane (forêt de Tamentout, petite Kabylie)	128
Tableau 4-23. Datations radiocarbone AMS réalisées au Poznan Radiocarbon laboratory-Pologne	138
Tableau 4-24. Tableau descriptif des zones polliniques locales (LZAP) du profil de la formation tourbeuse Mégriss Ouest	140
Tableau 4-25. Datations radiocarbone AMS réalisées au Poznan Radiocarbon laboratory-Pologne	150
Tableau 4-26. Tableau descriptif des zones polliniques locales (LZAP) du profil de la formation tourbeuse Mégriss Nord	151
Tableau 5-1. Chronologie et corrélation des zones des assemblages polliniques des sites du Djebel Mégriss	161

Tableau 5-2. Chronologie et corrélation des zones d'assemblage pollinique des mares temporaires
Madjen El Hnech (Djebel Mégriss- Constantinois) et Kesrane (forêt de Tamentout- petite Kabylie).
Les commentaires en italique concernent la mare Kesrane

170

Chapitre 1: Introduction générale

1.1 Introduction et problématique

Les zones humides, bien que reconnues comme des écosystèmes majeurs en terme de diversité et de rôle fonctionnel (Acreman, 2000 ; Bonnet *et al.*, 2005), font souvent l'objet de transformations et d'aménagements liés au développement des activités humaines. Ces modifications ne sont pas sans conséquences puisqu'elles sont la cause principale de la régression de ces écosystèmes. Dans une optique de gestion conservatoire, la prise en compte des dynamiques passées est fondamentale et susceptibles de documenter les trajectoires futures (Bonnet *et al.*, 2005 ; Ferchichi *et al.*, 2010). Disposer d'un référentiel sur la longue durée nous permet d'avoir des références pour anticiper le futur (Dearing *et al.*, 2006 ; Dearing, 2006 ; Muller *et al.*, 2012). En conservant grains de pollens et autres restes organiques, les zones humides forment de véritables banques naturelles qui, par l'emploi de démarches spécifiques, nous permettent de connaître non seulement leurs évolutions et dynamiques mais aussi celles des paysages environnant. Ces milieux, en offrant la possibilité d'être le support pour une rétro-observation permettent une perspective de recherche diachronique.

L'Algérie, de par sa configuration physique et la diversité de son climat est riche en zones humides, ressources des plus précieuses sur les plans de la diversité biologique et de la productivité naturelle sur le territoire (D.G.F, 2004). Toutefois, à l'instar de l'ensemble du Maghreb (Rhazi *et al.*, 2006), elles sont menacées et font l'objet de perturbations parfois irréversibles (surpâturage, pollution, pêche) ; bien qu'une prise de conscience et une volonté de conservation soient observées ces dernières années. A ce titre, les zones humides inscrites sur la liste Ramsar¹ n'échappent pas à ce traitement et restent surexploitées et ne font l'objet d'aucune mesure de protection (Bouldjedri *et al.*, 2011). On peut se demander alors si le statut Ramsar est efficace et pertinent. Il est évident qu'il y a un grand problème de conservation en Algérie. D'ailleurs on peut faire le constat que, malgré les mesures prises et une politique s'intégrant dans la dynamique mondiale de conservation, de protection et d'utilisation rationnelle des zones humides, rien n'est réellement fait alors que la communauté scientifique et l'Algérie se soucient du problème. (Bougazelli *et al.*, 1976 ; Bouazouni, 2004 ; Bouldjedri *et al.*, 2011 ; Belouahem *et al.*, 2009).

¹ Convention relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitat des oiseaux d'eau. C'est un traité intergouvernemental, signé en Iran en 1971, qui constitue le cadre de la coopération internationale en matière de conservation et d'utilisation rationnelle des zones humides. Elle compte à ce jour 162 pays.

Face à un tel constat, beaucoup de questionnements, que nous détaillerons plus loin, ont alimenté notre réflexion sur l'apport de l'étude paléoécologique des zones humides algériennes à leur maintien et à leur conservation. Un regard sur le passé peut-il être utile ? Pourrait-il être un élément nouveau pour la gestion des zones humides en Algérie ? C'est ce que nous tentons de démontrer dans ce travail. En effet, entreprendre des études paléoécologiques et écologiques nous a paru utile et intéressant, et pourrait être un outil de base à la gestion de l'environnement ainsi qu'en témoignent les travaux déjà entrepris ailleurs (Birks, 1996 ; Le Dantec *et al.*, 1998 ; Swetnam *et al.*, 1999 ; Willis et Birks, 2006, Van Leeuwen *et al.*, 2008 ; Amami, 2010 ; Daoud-Bouattour *et al.*, 2011 ; Muller *et al.*, 2012).

Notre démarche, basée sur la rétro-observation en utilisant la palynologie comme principal outil, nous permettra d'identifier les menaces qui ont pesé sur les zones humides et de comprendre les processus ayant conduit à leur dégradation durant les derniers siècles et de définir, par la suite, les conditions de base pour leur gestion conservatoire. Cela nous permettra en outre d'apporter une contribution à l'étude de l'histoire des zones humides à l'échelle du bassin méditerranéen et de combler des lacunes en la matière sur le territoire algérien, les travaux abordant l'histoire de l'environnement en Algérie étant très peu nombreux comparativement à ceux entrepris dans d'autres secteurs du bassin méditerranéen et du Maghreb. La (fig.1-1) recense les travaux paléoenvironnementaux au Maghreb et les études récentes sur les zones humides en Algérie.

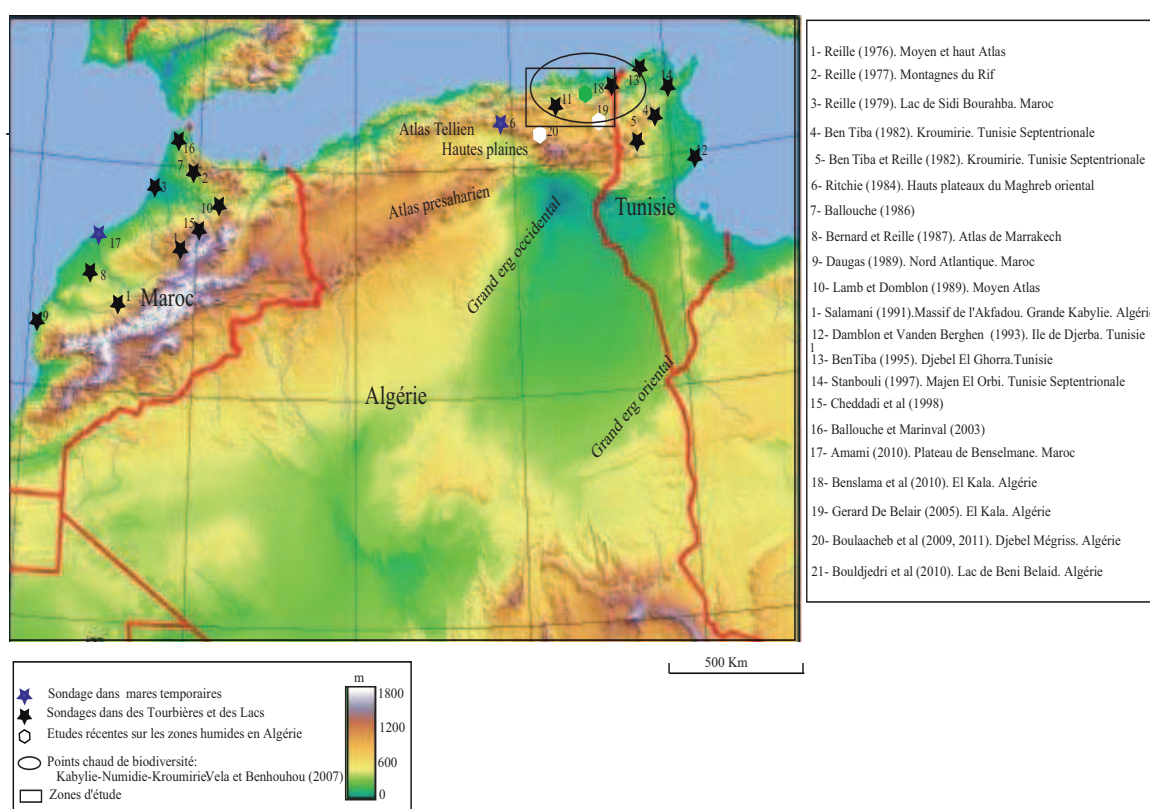


Figure.1-1. Principaux travaux paléoenvironnementaux au Maghreb et études écologiques récentes sur les zones humides en Algérie

Ainsi, cette thèse vise à procurer des données paléoenvironnementales inédites pour les régions étudiées, et à apporter une nouvelle approche et des éléments concrets en termes de gestion des zones humides algériennes. Elle s'inscrit dans la lignée des travaux déjà réalisés en Europe et au Maroc (Amami, 2010 ; Muller et al., 2012) en se plaçant dans la tradition des études palynologiques qui s'attachent à reconstituer l'histoire de l'environnement végétal et à mesurer sur la longue durée l'impact des perturbations anthropiques sur la dynamique de ces écosystèmes. Il faut dire que les milieux humides étudiés dans le cadre de ce travail, subissent une forte anthropisation (pastoralisme, pollution, piétinement...). La problématique qui a sous-tendu ce travail s'articule autour des objectifs suivants:

Comblant une lacune géographique en termes d'études paléoenvironnementales : Quelle contribution peut apporter cette étude pour compléter les collaborations et recherches sur les zones humides entreprises à l'échelle du bassin méditerranéen ?

Connaître les principales étapes de l'anthropisation des zones humides algériennes et mesurer l'impact des perturbations anthropiques sur leur dynamique. Les sites étudiés étant localisés dans des zones fortement anthropisées, il est crucial de connaître les possibilités de leur maintien ou de leur résilience. Ces milieux ont-ils un avenir dans ce contexte de forte pression humaine? Ont-ils toujours été soumis à une telle pression ? Enfin comment ont-ils réagi et en quoi l'anthropisation a-t-elle joué sur leur dynamique et sur leur biodiversité ? Doit-on les préserver ? Ne sont-ils pas en équilibre et ne cède-t-on pas trop vite à la volonté de remédiation ? Ces questions ont été abordées par la rétro-observation et l'exploitation des données fossiles contenues dans les archives sédimentaires.

Connaître l'origine de la formation de nos zones humides. Sont-elles d'origines anthropiques ou naturelles ? Faire référence aux usages, aux événements historiques et à la mémoire des lieux. Les milieux naturels en général et les zones humides en particulier ne sont pas immuables, ils évoluent spontanément ou artificiellement sous la dépendance de différents facteurs (physique, biologique, anthropique).

Enfin, quels sont les potentiels et les limites de l'analyse pollinique en contexte de milieux humides temporaires ? Les mares temporaires dont les sédiments sont très oxydés, contiennent-elles des assemblages polliniques suffisamment bien conservés pour permettre leurs études ?

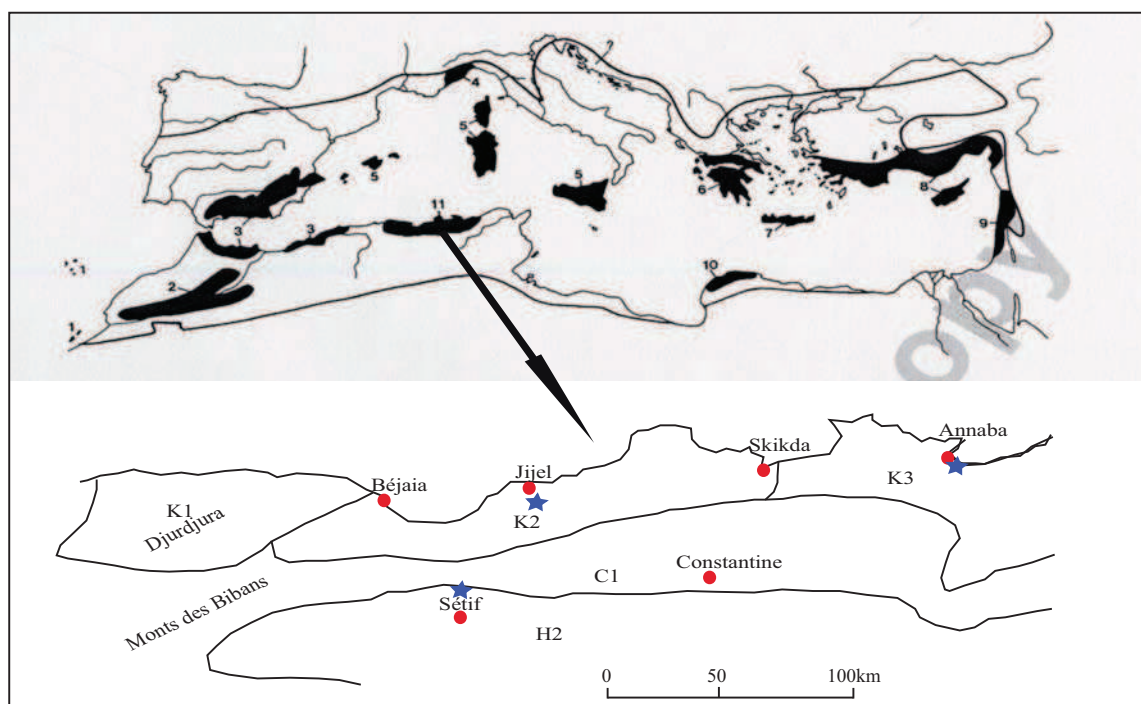
Tout ces questionnements ont ouvert le champ à de nombreuses recherches et analyses que nous présenterons dans les pages qui suivent.

1.1.1 Choix des zones d'étude

Le concept de point chaud de biodiversité a amélioré les stratégies de conservation (Vela et Benhouhou, 2007). La région méditerranéenne est un centre d'endémisme et une région à forte biodiversité du fait de ses fonctions passées de refuges glaciaires (Petit *et al.*, 2002) et celles de refuges actuels (Quezel et Médail, 2003). Selon Vela et Benhouhou (2007), dans le nord de l'Algérie, les secteurs les plus remarquables pour l'endémisme, sont la côte oranaise suivie par la petite Kabylie et la grande Kabylie. Quant aux espèces rares, c'est la Numidie littorale qui arrive en tête.

L'ensemble Kabylie-Numidie-Kroumirie (Vela et Benhouhou, 2007), forme un point chaud régional de biodiversité et comprend un nombre élevé d'espèces rares. La richesse floristique de ces secteurs peut s'expliquer par la présence de chaînes de montagnes en contact direct avec le littoral méditerranéen. Dans cet ensemble biogéographique, des zones humides, dont les richesses et intérêts patrimoniaux et écologiques ne sont plus à discuter, sont recensées, voire inscrites sur la liste internationale Ramsar.

Ainsi, c'est dans une partie de ce vaste ensemble biogéographique, dans le nord-est de l'Algérie (fig. 1-2), que nous avons souhaité développer notre approche en entreprenant des études paléoécologiques. Nous avons donc sélectionné quelques sites repérés lors de prospections de terrains avec une attention toute particulière portée sur les mares temporaires qui sont caractéristiques du climat méditerranéen (Mathes *et al.*, 1985). Nous avons orienté nos choix sur des sites se trouvant dans des contextes fortement anthropisés en distinguant des sites protégés et des sites ne faisant l'objet d'aucune mesure de protection dans un but de comparaison. Le choix d'une diversité des sites (mares temporaires, lac, tourbières) est motivé par l'envie de connaître leur réaction en fonction de différents degrés ou modalités d'anthropisation. Ainsi, plusieurs sites ont été sondés/étudiés dans le nord-est de l'Algérie (fig.1-2). Il s'agit du Djebel Mégriss (1700 m d'altitude dans le Constantinois), de la forêt de Tamentout (1400 m d'altitude en petite Kabylie) et du lac Noir (9 m d'altitude en Numidie).



Légende

1 à 11. Ensembles de points chauds du Bassin méditerranéen

Domaine Nord Africain Méditerranéen, Secteurs Kabyle et Numidien

K1. Sous secteur de Grande Kabylie

K2. Sous secteur de Petite Kabylie

K3. Sous secteur de Numidie

Domaine Nord Africain Méditerranéen, Secteur du Tell Constantinois

C1. Sous secteur Constantinois

Domaine Nord Africain Steppique

H2. Sous secteur des hautes plaines constantinoises

● Principales villes

★ Terrains d'étude

Figure 1-2. Carte de subdivisions phytogéographiques du Nord-Est algérien et situation des terrains d'étude (source: Vela et Benhouhou, 2007, modifiée)

1.1.2 Structuration de la thèse

Cette thèse s'appuie sur une approche pluridisciplinaire réunissant écologie et paléoécologie (Davis, 1994) dont le but est d'accroître les connaissances comme support à la gestion, en respectant ainsi les visées sociologiques du savoir scientifique écologique. Le mémoire s'organise par conséquent en quatre chapitres.

Le premier chapitre, consacré au contexte de l'étude, présente la problématique et les objectifs assignés à ce travail, ainsi que les aspects théoriques et conceptuels relatifs aux zones humides algériennes et plus largement méditerranéennes.

Le deuxième chapitre concerne la démarche adoptée pour la réalisation de ce travail fondée sur la rétro-observation qui nous permet d'avoir un retour sur les dynamiques au cours du temps et de constituer des référentiels qui nous permettent de voir quelles ont été les conséquences de l'anthropisation sur ces milieux. Cette rétro-observation peut être faite par une approche palynologique appliquée à différentes archives sédimentaires dont la présentation est développée dans **le troisième chapitre**.

Dans le **quatrième chapitre** les méthodes et les résultats obtenus seront détaillés et le tout fera l'objet dans **le cinquième chapitre** d'une synthèse générale où les résultats obtenus devront permettre de mettre en évidence la dynamique de la végétation locale et régionale ainsi que les impacts anthropiques.

La Conclusion générale tente de dégager l'intérêt et l'apport que représente nos analyses et d'évaluer l'impact scientifique qu'elles peuvent avoir sur :

1. la connaissance des zones humides et de leur rapport avec la société.
2. la gestion conservatoire des zones humides en Algérie.

1.2 Les zones humides

Le patrimoine culturel et archéologique de la planète est bien souvent étroitement associé au patrimoine naturel des zones humides (Dwight, 2001). Aux abords de celles-ci, se sont développées les premières civilisations. Lieux très productifs, les zones humides sont des espaces de transition entre la terre et l'eau, elles écrètent les crues et régulent les débits des fleuves, épurent les eaux des bassins versants et des cours d'eau. Elles font partie des écosystèmes les plus productifs au monde et leur richesse biologique est extraordinaire (elles abritent une flore importante et accueillent une faune très diversifiée, notamment les oiseaux migrateurs) (Pearce et Crivelli, 1994 ; Papayannis et Salathé, 1999; Bonnet *et al.*, 2005 ; Papayannis, 2008).

Ce n'est donc pas par hasard si ces territoires ont été très tôt colonisés par les hommes, et ont fait l'objet au fil du temps de transformations et d'aménagements responsables de la disparition de plus de la moitié des zones humides sur l'ensemble de la planète (Finlayson *et al.*, 1992, Pearce et Crivelli, 1994 ; Hecker et Vives, 1995 ; Skinner et Zalewski, 1995). L'accélération de cette dégradation au cours du XX^e siècle a alerté et conduit des associations de protection de la nature à se mobiliser et à insister sur l'intérêt de conserver la richesse biologique de ces territoires. Ce combat fut concrétisé par la mise en place de la convention Ramsar dans le but d'assurer la préservation des fonctions écologiques fondamentales des zones humides. Il faut signaler que la convention Ramsar est l'une des rares à prendre en compte un type particulier de milieu naturel.

Ceci dit, certains critères de désignation ont été mis en place depuis 1981 et élargis au fil du temps, à savoir, le caractère rare ou unique d'une zone humide et l'importance du site en matière de conservation de la biodiversité¹. Quand aux parties contractantes, elles s'engagent à désigner au moins un site qui répond aux critères d'inscription sur la liste des zones humides d'importance internationale, à inscrire la conservation des zones humides dans leur politique nationale, à établir des réserves naturelles dans les zones humides et à se consulter à propos de l'application de la conservation². Encore faut-il pouvoir déterminer les zones humides et mettre fin à une pluralité de définitions dont aucune ne parvient réellement à s'imposer. En effet, la définition des zones humides

¹Présence d'espèces rares ou menacées d'extinction et présence régulière d'une population d'une espèce animale dépendant des zones humides mais n'appartenant pas à l'avifaune.

²Tous les trois ans, les représentants des parties contractantes se réunissent avec l'organe politique décisionnaire de la convention pour l'amélioration des moyens permettant la mise en œuvre des objectifs de la convention.

et leur délimitation donnent lieu encore aujourd'hui, à de nombreux débats¹ entre les différents organismes qui se préoccupent de ces écosystèmes (Barnaud et Fustec, 2007).

Selon Cizel (2009), la définition des zones humides répond à un triple besoin: cerner le plus précisément des milieux écologiquement différents mais qui partagent une faible profondeur, des sols et des organismes vivants adaptés et pouvoir leur appliquer des textes de protection spécifiques. Nous retiendrons ici la définition donnée par la Convention Ramsar « *les zones humides sont des étendues de marais, de fagne², de tourbière ou d'eau naturelle ou artificielle, permanente ou temporaire où l'eau est stagnante ou courante, d'eau saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur ne dépasse pas 6m* »

Après cette générale introduction sur les zones humides, il est important, pour répondre à la problématique qui est de faire appel à la mémoire des lieux en entreprenant des études paléoécologiques dans certaines zones humides en Algérie du Nord, d'aborder les aspects théoriques et conceptuels relatifs à l'étude des zones humides méditerranéennes et plus particulièrement d'Algérie (perception, utilisation, gestion, définition, fonctionnement, lois les régissant, application réelle de ces dernières). L'accent est mis sur les mares temporaires, formations clés dans la problématique de cette recherche.

1.2.1 Les zones humides méditerranéennes

Le bassin méditerranéen est riche en zones humides présentant de grandes valeurs écologiques, sociales et économiques. Liées aux caractéristiques du climat méditerranéen, (alternance au cours de l'année de phase de mise en eau, inondées en hiver, asséchées en été), les zones humides méditerranéennes abritent des populations animales et végétales hautement spécifiques (Braun-Blanquet, 1936 ; Barbéro *et al.*, 1982 ; Dwight, 2001).

Les zones humides méditerranéennes assurent donc un nombre important de services de par cette richesse biologique. Ces services ont attiré l'activité humaine depuis la préhistoire conduisant à un aménagement de ces espaces, qui poussé à l'extrême conduit à leur disparition et à leur stérilisation ainsi qu'à la dégradation de la qualité de leurs eaux et positionne comme un enjeu majeur la conservation de leur patrimoine (Finlayson *et al.*, 1992 ; Pearce et Crivelli, 1994 ; Hecker et Thomas Vives, 1995 ; Skinner et Zalewski, 1995 ; Papayannis et Salathé, 1999 ; Tinner *et al.*, 2002 ; Bonnet *et al.*, 2005 ; Castaneda et Herrero, 2008 ; Papayannis, 2008). La prise de conscience de l'intérêt

¹ La loi sur l'eau en 1992 a donné une définition des zones humides dont les critères ont été précisés par un arrêté du 24 juin 2008. « *Terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salés ou saumâtre de façon permanente ou temporaire, la végétation quand elle existe y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année* »

²Fagne est un terme wallon qui désigne les terrains marécageux.

biologique majeur des zones humides méditerranéennes est récente et malheureusement liée à leur destruction progressive. Alertées par les scientifiques, de grandes associations internationales de protection de la nature telles l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) et le Fond Mondial pour la Nature et la vie sauvage (WWF), se sont mobilisées en leur faveur dès les années 1960. En 1971, dix-huit états signaient la **convention Ramsar**. Ainsi, longtemps considérées comme des curiosités, les zones humides méditerranéennes font actuellement partie des habitats prioritaires en matière de conservation (Tinner *et al.*, 2002 ; Xie *et al.*, 2010).

1.2.2 Stratégie méditerranéenne pour la conservation des zones humides

Pendant la décennie 70-80, les pays méditerranéens, grâce à leurs associations locales et nationales de conservation de la nature, ont lancé plusieurs programmes de protection des zones humides spécifiques (Bouameur, 2001).

En 1991, lors du symposium de Grado (Italie) portant sur la gestion des zones humides méditerranéennes, une action de collaboration à long terme pour l'utilisation rationnelle des zones humides à l'échelle du bassin méditerranéen a été lancée. La Commission Européenne, la convention Ramsar, les gouvernements d'Espagne, d'Italie et du Portugal, le Fond Mondial pour la Nature, Wetland international¹ et la station biologique de la Tour de Valat², ont mis en place **l'initiative MedWet** (contraction de Mediterranean Wetlands). Le but était de développer des méthodes et des outils appropriés à la région méditerranéenne dans des secteurs clés, à savoir l'inventaire des zones humides, leur suivi, leur gestion et l'éducation à l'environnement. Cependant, ne sont alors concernés que les pays méditerranéens faisant partie de l'Union Européenne (Bonnet *et al.*, 2005). Lors de la conférence de Venise en 1996, l'action MedWet est étendue à l'Albanie, l'Algérie, le Maroc, la Tunisie et la Croatie. Il s'agissait alors d'identifier les atouts économiques et sociaux que constituent ces régions pour leur population riveraine et les intégrer dans les actions de gestion.

Lors de la conférence de Barcelone en 1999, se profile une troisième phase de développement de l'initiative MedWet : il s'agit du projet **MedWet Coast** (Gestion Intégrée des Zones Humides et Côtières Méditerranéennes) qui a pour objectif le renforcement des capacités de six pays : L'Albanie, l'Egypte, le Maroc, la Tunisie, le Liban et l'Autorité palestinienne. Durant les années qui suivent, **MedWet / Com** (Comité Méditerranéen pour les Zones Humides) est organisé dans plusieurs pays où

¹ Organisation fondée en 1995 regroupant 3 organismes travaillant en collaboration : The International Wildfowl Inquiry fondé au Royaume Uni en 1954, The Asian Wetland Bureau (AWB) fondée en Asie en 1989 et Wetlands for the America (WA), fondée en Amérique en 1995.

² Centre de recherche et de conservation des zones humides méditerranéennes fondée en 1954, devenue un des quatre centres zones humides de l'initiative MedWet.

sont développés d'avantage les aspects de l'évaluation et l'utilisation rationnelle des zones humides méditerranéennes (Costa et Pritchard, 2004). En 2002, la MedWet est accueillie en Algérie à Tipaza où a eu lieu le lancement du **Réseau des Zones Humides d'Afrique du nord** (NAWN : North African Wetland network), projet impliquant l'Algérie, le Maroc et la Tunisie et dont le but est d'assurer une représentation nord africaine dans l'équipe MedWet et renforcer ainsi les collaborations.

Durant les années qui suivirent, MedWet a connu la création de **MedWet/CODDE** (Connaissance pour le Développement Durable des Ecosystèmes Humides ; Ouganda, 2005) et, en 2006, la création en Albanie du groupe de pilotage MedWet. Le dernier plan de travail couvre la période 2009-2011. Ainsi, face au besoin accru de l'analyse de la spécificité des zones humides méditerranéennes, des organismes et des projets rassemblant un large éventail d'institutions ont été mis en place dans le bassin méditerranéen. Nous citerons :

- le GWP-Med (Global Water Partnership Méditerranée), réseau d'actions régionales créé en 2002, impliquant des organisations au niveau régional pour la gestion des ressources en eau.

- l'OZHM (Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes). Créé en 2009, c'est une initiative Medwet/ Tour du Valat pour assurer et évaluer l'état des zones humides méditerranéennes.

- WetCap, lancé en 2009, projet pour renforcer les capacités de conservation des oiseaux d'eau et des zones humides en Afrique du nord. Développé en collaboration avec plusieurs partenaires dont la convention de Ramsar et parrainé par le gouvernement espagnol. Les pays participant sont l'Algérie, l'Egypte, la Mauritanie, le Maroc et la Tunisie.

Parallèlement, le rôle et la gestion des zones humides ont fait l'objet de nombreux travaux de recherches, tels que ceux de Brinson *et al.*, (1994) ; Fustec *et al.*, 1996 ; 1999) ; Barnaud *et al.*, (1999) ; Bazin et Mermet (1999) ; Fustec et Lefeuvre (2000) ; Bendjoudi et De Marsily (2000) ; Billen et Garnier (2000) ; Hammada *et al.*, (2004) ; Molina (2005) ; Zelnik (2005).

Un exemple concret d'action en méditerranée

En novembre 2012, l'unité de coordination de l'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes (OZHM) a formé des équipes en Tunisie et en Algérie qui seront chargées de réaliser des études sur les services culturels offerts par sept zones humides des deux pays. 14 personnes ont été formées dans les deux pays. Ces études seront achevées en 2013, et les résultats seront comparés à ceux des sites des autres pays. Les résultats seront présentés au Comité des Zones Humides Méditerranéennes en 2014-2015, et par la suite dans le cadre de Ramsar.

1.2.3 La question des milieux humides en Algérie

L'Algérie, de part la diversité de son climat et sa configuration physique originale, est riche en zones humides offrant des typologies spécifiques. Ainsi, dans la partie nord-est se rencontrent de nombreux **lacs d'eau douce**, des **marais**, des **rypisyves** et des **plaines d'inondation**. Le nord-ouest et les hautes plaines steppiques sont caractérisés par des **plans d'eau salée** tels que les **chotts** et les **sebkhas**. Le Sahara renferme les fameuses **oasis** et les **dayates**. Ces zones humides aussi importantes et riches soient-elles, ne sont pas à l'abri d'utilisations irrationnelles. En effet, elles sont privées de leur eau par des pompages excessifs et par la construction de barrages. Elles sont aussi complètement drainées au profit de l'agriculture.

En Algérie, comme dans tous les pays on assiste à une montée du mouvement environnementaliste qui correspond à une patrimonialisation progressive de l'environnement. Cette action émerge de la prise de conscience d'une menace de disparition imminente de ces espaces singuliers. Mieux comprendre les notions de valorisation, de patrimonialisation et de préservation nous aide à mieux conserver nos richesses et trouver des solutions à des problèmes non négligeables rencontrés dans leur maintien. Dans cette effervescence, on remarque en Algérie une certaine volonté de sauvegarder et de gérer les milieux humides. Ainsi, à ce jour, 50 sites sont classés sur la liste Ramsar (fig.1-3).

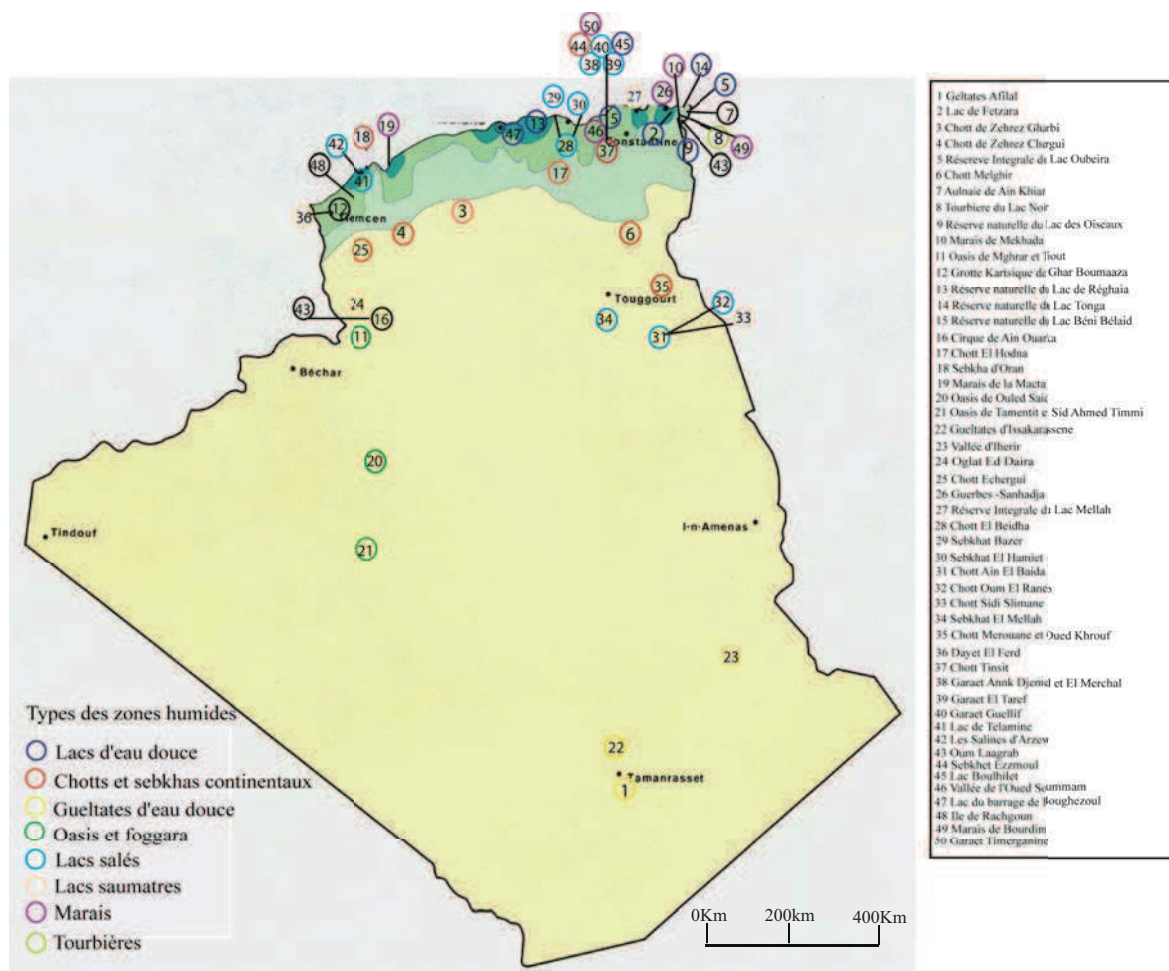


Figure 1-3. Carte de répartition des zones humides d'Algérie classées sur la liste Ramsar à ce jour

1.2.3.1 Des milieux dégradés

Les principales causes de régression des zones humides en Algérie et plus largement en méditerranée, sont les perturbations physiques (sécheresse ou inondation) mais aussi les perturbations d'origine anthropique à savoir le drainage, la perte et/ou la perturbation des habitats, la dégradation de la qualité de l'eau, l'introduction fortuite ou volontaire d'espèces envahissantes, la chasse et la pêche non contrôlées, l'agriculture, le pâturage, l'extraction de sable.

Exemples concrets de milieux dégradés en Algérie

Des études menées sur les zones humides d'Algérie, ont mis en évidence les perturbations et les états de dégradation de ces dernières et ont souligné la nécessité d'une gestion conservatoire adaptée. Ainsi, les travaux réalisés sur les Aulnaies de Numidie (N.E.algérien ; Belouahem *et al.*, 2009), ont démontré que malgré leur richesse spécifique et leur origine ancienne, ces habitats connaissent un état de dégradation, une dynamique régressive observée sur 14 ans, et un déclin rapide sous l'influence de perturbations anthropiques incontrôlées (défrichement, incendies, drainage, pollution...).

D'autres études menées sur le lac Noir (Joleaud, 1936 ; Thomas, 1975 ; Debelair, 1994 ; Benslama, 2007) ont démontré que la tourbière du lac Noir était un ancien marais qui se trouvait au milieu d'une forêt dense de chênes lièges et verts. Ce marais aurait connu des modifications importantes (pompage excessif, sécheresse, incendies) qui ont contribué à la régression de la végétation environnante, à la diminution du niveau d'eau et à son assèchement, conduisant ainsi à la formation par conséquent de la tourbière. En effet la disparition du lac Noir a été provoquée par la mise en route en 1990 de quatre forages destinés à l'alimentation en eau potable de la ville d'El Kala ; les deux bassins du lac et la superbe aulnaie qui les bordait ont disparu sous les effets des forages, des pompes et des incendies volontaires qui se sont succédé, si bien que les nénuphars jaunes ont disparu.

Dans le Djebel Mégriss les milieux humides sont utilisés de manière anarchique par les habitants des différentes mechtas ¹(Gherzouli, 2005 ; Boulaacheb, 2009) : Les mares et les sources sont exploitées comme abreuvoirs pour le bétail engendrant un piétinement important de la végétation, et l'eau est captée pour l'irrigation, des puits ont même été construits.

¹Hameaux en Afrique du Nord constitués par un petit nombre de maisons.

1.2.3.2 Quelles mesures conservatoires pour les zones humides en Algérie?

En Algérie, des efforts ont été accomplis dans le sens d'une reconnaissance des fonctions et valeurs des zones humides. Cependant, il y a beaucoup à faire, et ce à tous les niveaux de la société, pour que les décideurs et le public aient davantage conscience de l'importance de ces écosystèmes. La stratégie nationale de préservation des zones humides consiste en l'élaboration de plans de gestion des ressources naturelles de ces milieux. Une politique est adoptée pour empêcher leur dégradation et leur perte, pour veiller à leur utilisation durable et encourager la recherche en vue de quantifier leur valeur. Plusieurs textes ont ainsi été adoptés au plan national. Les plus importants étant la loi portant sur le régime des forêts, relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable, la loi portant sur le code des eaux, la loi relative à la protection et à la préservation de certaines espèces animales menacées de disparition, la loi sur le littoral, la loi portant sur le régime général des forêts, ou encore le schéma directeur des espaces naturels et aires protégées. Sur le plan international, ont été signées la convention Ramsar relative aux zones humides d'importance internationale, la convention de la diversité biologique et les conventions des Nations Unies sur les changements climatiques.

Plus concrètement???

Pour concrétiser son engagement en ratifiant la convention Ramsar en 1982, l'Algérie a mis en œuvre sa stratégie nationale en faveur de la protection des zones humides, qui implique l'ensemble des ministères, les collectivités locales et la société civile et a désigné la direction générale des forêts comme l'autorité nationale de la convention Ramsar. Cette stratégie s'est traduite dans les faits par l'amélioration de la connaissance du patrimoine ; l'élaboration d'un programme d'éducation d'information et de sensibilisation du grand public ; la restauration et la réhabilitation de quelques zones humides (ex. lac de Réghaia dans la Mitidja) ; le lancement, dans le cadre d'opérations pilotes, de la gestion rationnelle de sites Ramsar (ex. plaine de Guerbes Sanhadja à Skikda) en partenariat avec le Fonds Mondial pour la Nature et, enfin, le lancement de projets de recherche dont l'inventaire des zones humides à l'échelle nationale. Cet inventaire reste à ce jour incomplet.

Certaines zones humides sont aujourd'hui protégées par divers statuts de conservation dont l'impact réel n'a pas encore été évalué de manière fiable. On peut alors se demander ce qu'il en est de l'application et de l'efficacité des mesures de gestion et de conservation sur le terrain ? Tous ces textes et ces mesures, sont-ils réellement appliqués ? Si oui, comment et à quelle échelle ? Comment appliquer et arrimer les stratégies de conservation à la réalité du terrain ? Un exemple porte un éclairage sur les questions, celui du lac de Béni Bélaid, en petite Kabylie (fig.1-4). Ce site du nord-est de l'Algérie, classé Ramsar en 2003, est un site d'eau douce en bordure de la mer, constitué d'un plan d'eau libre d'une superficie de 10 ha, entouré d'une végétation lacustre composée de Tamarix,

d'Aulne glutineux, de *Fraxinus angustifolia*, de *Phragmite* et de *Typha*, d'une peupleraie (*Populus alba*), d'un cordon dunaire, d'une zone inondable (asséchée en été), d'un oued et enfin d'une plage et d'une zone marine. Classé comme site Ramsar en 2003, ce site fait l'objet d'une utilisation anthropique importante et grandissante (pompage d'eau, pollution, extension des terrains agricoles, surpâturage qui a entraîné l'envahissement du lac par le sable, une activité de pêche et de chasse illégalement pratiquées, braconnage et pillage des nids d'oiseaux, ce qui affectent les populations animales déjà réduites). Ainsi, d'importantes menaces sont révélées et prouvées au niveau du lac de Béni Bélaïd. En effet, les travaux de Bouldjedri *et al.* (2011) ainsi que plusieurs visites que nous avons effectuées sur deux années (2009, 2010) confirment la réduction de plusieurs parties du site.

Cependant, peu de mesures de gestion et de conservation ont été prises. À part l'installation d'une clôture en 2008 sur la rive sud du lac (fig.1-5.c), rien n'a été fait. Pourtant en 1997, le site a été classé comme réserve naturelle, sous l'autorité de la Conservation des forêts, dans laquelle a été décrétée l'interdiction de toutes activités néfastes. Un plan de gestion a même été proposé suite à un programme de sensibilisation et d'éducation dans le cadre du projet MedWet /Com, mais qui malheureusement n'a jamais été appliqué pour des raisons qui demeurent inconnues. Force est de constater qu'en dépit de différents plans et classements, il n'existe sur le terrain aucune gestion des pratiques humaines dans la zone humide de Béni Bélaïd, ni aucune implication des usagers pour sa préservation. La question est alors de savoir si cette gestion pour le moins particulière du lac Béni Bélaïd est représentative de la politique de conservation des zones humides en Algérie, qu'elles soient classées ou pas?

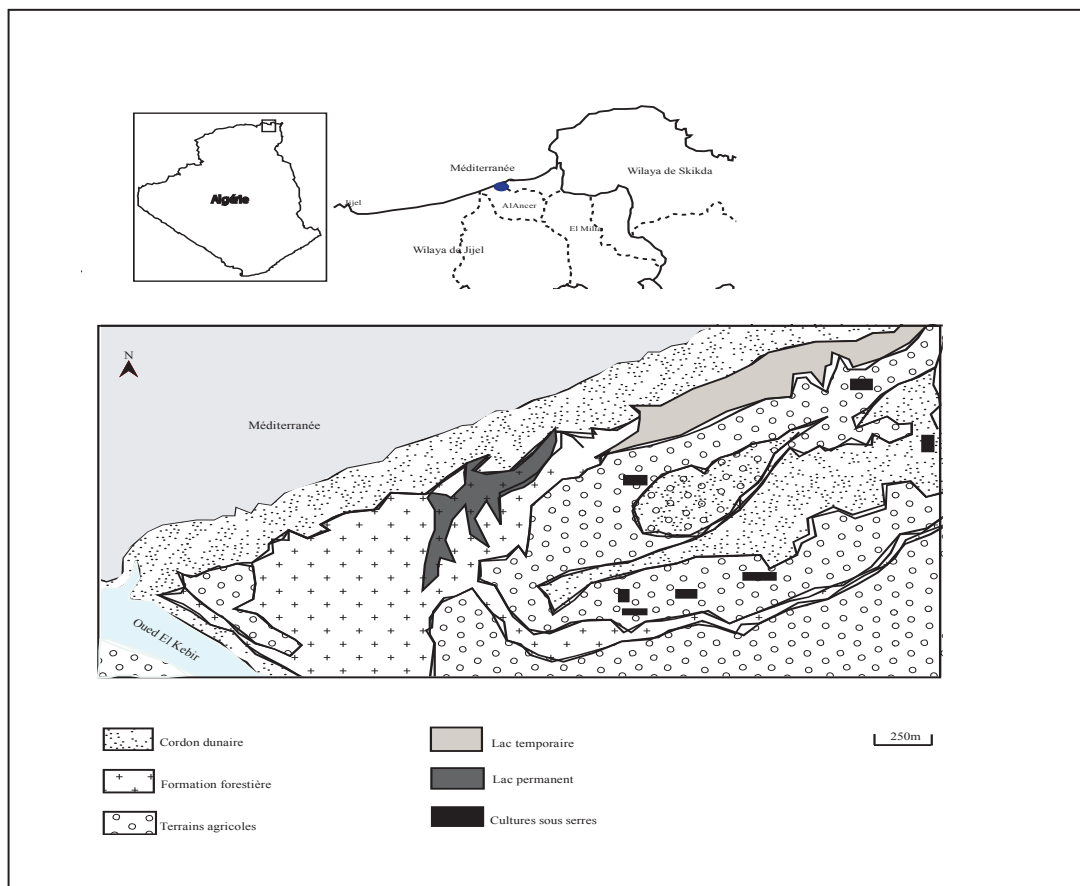


Figure 1-4. Carte de localisation du lac de Béni Bélaid



a



b



c



d



e

Figure 1-5. Photos des différents écosystèmes de Béni Bélaid. a, e): Terrain agricole au sud ; b): Rive nord, cordon dunaire ; c): Peupleraie à l'Ouest protégée par un grillage ; d): Plan d'eau permanent à l'ouest.

Conclusion

Cette partie introductive met en évidence l'importance des perturbations subies par les zones humides et leur état de dégradation et souligne la nécessité d'une gestion conservatoire adaptée (Bottollier-Curtet et Muller, 2009). L'exploitation et la pression anthropique ont entraîné depuis plusieurs siècles la régression des zones humides en Algérie. La richesse écologique et l'importance fonctionnelle de ces habitats, devraient motiver la nécessité de mieux connaître leurs fonctionnements et leurs dynamiques passées. C'est l'objet de la présente étude, dont le but est d'obtenir des données concernant leur origine et leur développement passé ainsi que la signification historique des communautés végétales actuelles, éléments indispensables et susceptibles d'orienter leur gestion conservatoire. Dans cette perspective il est indispensable de postuler, dès le départ que ces milieux font partie d'un anthroposystème dans lequel les interactions hommes-milieux sont fondamentales même si le poids multi-séculaire des sociétés humaines semble important et systématiquement évoqué comme une cause principale de dégradation des zones humides. Alors plusieurs questions s'imposent : Cette biodiversité dont bénéficie les zones humides et qui a motivé la mise en place de programmes de gestion et de conservation est-elle naturelle ou bien d'origine anthropique ? La pression anthropique conditionne-t-elle cette diversité ? La conservation qui cherche à exclure l'homme et ses pratiques, ne risque-t-elle pas d'avoir des risques inattendus et contre-productifs ?

Pour répondre à ces questions, une approche fondée sur la rétro-observation est adoptée comme clé de connaissance permettant d'asseoir une politique conservatoire objective dans laquelle seront analysées les interactions hommes-milieux, plutôt qu'une seule version éco-centrée.

Chapitre 2: Une démarche fondée sur la rétro-observation

Depuis quelques années, les connaissances scientifiques et les techniques de suivi des zones humides pour leur gestion ont beaucoup évolué. On assiste ainsi à l'utilisation d'indicateurs nouveaux apportant des précisions complémentaires par rapport à des indicateurs évidents et plus anciens tels que la végétation vasculaire (Manneville et Cubizolle, 2010). Une zone humide étant une des composantes d'un système écologique plus vaste, au sein duquel les interactions sont nombreuses et dont la dynamique actuelle s'inscrit dans une histoire plurimillénaire, on est amené à raisonner à différentes échelles spatiales ou temporelles. En effet, plusieurs millénaires d'occupation humaine et d'aménagements ont façonné les paysages et les écosystèmes que nous connaissons aujourd'hui. Ainsi, les habitats souvent pris comme référence de bons états écologiques sont majoritairement issus de cette histoire, et tributaires d'activités anthropiques. Il est donc important de prendre en compte le passé de ces paysages, qui une fois connu, peut constituer un atout valorisable pour la préservation de la nature, en permettant un retour sur les évolutions du secteur aux temps géologiques et/ ou historiques.

Dans ce contexte, pour la réalisation de ce travail, nous avons opté pour une démarche fondée sur la rétro-observation. A savoir donc utiliser le passé comme élément de compréhension de la dynamique des milieux humides dans un contexte de forte anthropisation pour contribuer à la définition de stratégies de gestions durables. La rétro-observation s'appuie sur l'étude des archives (sédiments, vestiges archéologiques, cernes, documents, registres....etc). En effet, plusieurs travaux (Galop, 2000 ; Dearing, 2006 ; Dearing *et al.*, 2006 ; Valsecchi *et al.*, 2010) attestent de l'importance de connaître et d'apprendre du passé pour comprendre les interactions hommes-climat-milieux. Cela permet de fournir une base pour la connaissance et l'évaluation de la résilience et la durabilité des écosystèmes. L'approche paléoécologique, en prolongeant rétrospectivement les données d'observation, nous permet de déterminer l'état initial des systèmes écologiques, de reconstituer leurs trajectoires et d'en comprendre les facteurs de forçages internes ou externes.

2.1 Observer le passé pour comprendre les processus en cours et anticiper le futur

L'approche spatio-temporelle, en utilisant différentes disciplines (paléosciences, pédologie, archéologie, histoire...) permet de connaître le passé d'un site. Ce recul sur l'évolution des zones

humides permet d'appréhender différents éléments pouvant s'avérer utiles aux gestionnaires, comme la résilience de l'écosystème face à des perturbations externes (incendies, pâturage...etc). Les enregistrements paléoécologiques fournissent des données uniques et précieuses sur la variabilité passée des écosystèmes (Birks, 1996 ; Willis et Birks, 2006 ; Lindbladh *et al.*, 2007 ; Feurdean et Willis, 2008). Ces données écologiques à long terme peuvent contribuer à une meilleure compréhension du caractère naturel de l'habitat, du rôle et des régimes des perturbations et de la résilience de l'écosystème en question. Les études paléoécologiques peuvent être donc un élément clé dans la compréhension de la répartition des espèces suite à la variabilité des climats et des actions anthropiques passés, mais aussi, un élément de réponse à la question si bien posée par Barbault (2005), celle de savoir si :

« Des écosystèmes ayant connu l'homme peuvent-ils s'en passer totalement ? ».

2.2 Application aux milieux humides d'Algérie

L'objectif de ce travail est rappelons-le de mesurer sur la longue durée l'impact des perturbations anthropiques sur la dynamique des zones humides et de savoir si ces écosystèmes sont perturbés d'une manière irréversible et donc menacés, ou bien s'ils font preuve de résilience ? Pour fournir les informations indispensables pour l'évaluation des niveaux de référence de ces écosystèmes, nous avons utilisé la palynologie comme outil de reconstitution sur des milieux humides où l'existence d'archives sédimentaires l'autorise. Cette démarche qui n'a pas encore été appliquée dans un tel but en Algérie, devrait nous permettre de répondre à certaines questions à savoir : quelle était la composition de la végétation avant l'apparition de l'impact humain ? Les perturbations humaines ont-elles joué un rôle dans l'établissement de la végétation d'aujourd'hui ? Avons-nous besoin d'une intervention humaine pour rétablir le milieu naturel ? L'étude présentée ici fournit de nouvelles connaissances sur la dynamique des zones humides pendant les périodes historiques.

2.3 La démarche

2.3.1 Utilisation de la palynologie comme outil de rétro-observation

La palynologie a été sélectionnée comme principal outil de rétro-observation des milieux humides. Cet outil permettra la reconstitution de la dynamique locale de la végétation, de la pression anthropique et, enfin, d'estimer la diversité floristique. Le croisement de ces apports permet d'envisager les liens entre pression anthropique/perturbation/évolution des sites et de leurs biodiversité ce qui peut représenter un précieux référentiel préalable à la prise de décisions.

2.3.2 Des sites diversifiés

Le choix de sites diversifiés (lac, mares temporaires et tourbières ou formation tourbeuses), offrant une palette de milieux humides aux richesses différentes mais toutes impactées par les activités humaines (agriculture, pastoralisme), nous permet d'appréhender la dynamique et la résilience de ces habitats si variés et qui se trouvent dans des contextes différents.

Ce travail a été abordé par le biais d'études pluridisciplinaires, dans le but est de contribuer à l'étude et à la valorisation des zones humides en Algérie en étudiant leur dynamique végétale et environnementale au cours des derniers siècles. Ces études ont été menées sur différents modèles écologiques¹ avec une attention particulière portée aux mares temporaires. En effet l'état de l'art sur les études paléoenvironnementales en Algérie² et au Maghreb a montré le réel manque de travaux sur les zones humides et tout particulièrement sur ces milieux qui représentent des habitats singuliers par l'intérêt de la flore qui s'y développe, mais aussi par leur vulnérabilité. Les mares temporaires constituent selon Braun-Blanquet (1936) « un joyau floristique dans le monde méditerranéen ».

Beaucoup de travaux portant sur le fonctionnement des mares temporaires, la structure de leur végétation et leur faune, (Barbero *et al.*, 1982 ; Giudicelli et Thiery, 1998 ; Le Dantec *et al.*, 1998 ; Médail *et al.*, 1998 ; Molina, 1998 ; Quezel, 1998 ; Rhazi *et al.*, 2000 ; Grillas *et al.*, 2004 ; De Belair, 2005 ; De Belair, 2008 ; Rhazi *et al.*, 2008 ; Boulaacheb *et al.*, 2007 ; 2011 ; Ferchichi-Ben Jamaa *et al.*, 2010), ont mis en évidence l'intérêt d'étudier leur dynamique passée. La palynologie permet d'appréhender leurs changements. Les travaux très peu nombreux mais engagés depuis quelques années (Dutil *et al.*, 1959 ; Ritchie, 1984 ; Le Dantec *et al.*, 1998 ; Muller *et al.*, 2008 ; Amami, 2010 ; Ghosn *et al.*, 2010 ; Daoud-Bouattour *et al.*, 2011) attestent de la possibilité et de l'intérêt d'étudier les sédiments pourtant très oxydés de ces milieux dont les assemblages polliniques restent suffisamment conservés pour permettre leur identification.

La figure 2-1, donne un aperçu sur l'état de conservation des grains de pollen des sédiments extraits de mares temporaires et de la possibilité de leur identification. Une tâche qui n'est pas facile car les habitats temporaires, connaissent en plus de la dynamique successionale à long terme liée au processus d'accumulation sédimentaire, une dynamique saisonnière cyclique liée à l'alternance des phases sèches et inondées (Grillas *et al.*, 2004). Cette succession hydrosérale³ est, comme toute succession écologique, soumise à des facteurs autogènes et à des facteurs allogènes (Connell et Slatyer, 1977 ; Lepart et Escarré, 1983 ; Tilman, 1985 ; Muller, 2001).

¹ Etude de lacs, de tourbières, de formations para-tourbeuses et de mares temporaires.

² Un seul laboratoire de palynologie existe en Algérie à l'Université de Annaba.

³ Changement directionnel correspondant à la transformation d'une communauté hydrophytique en une communauté terrestre.

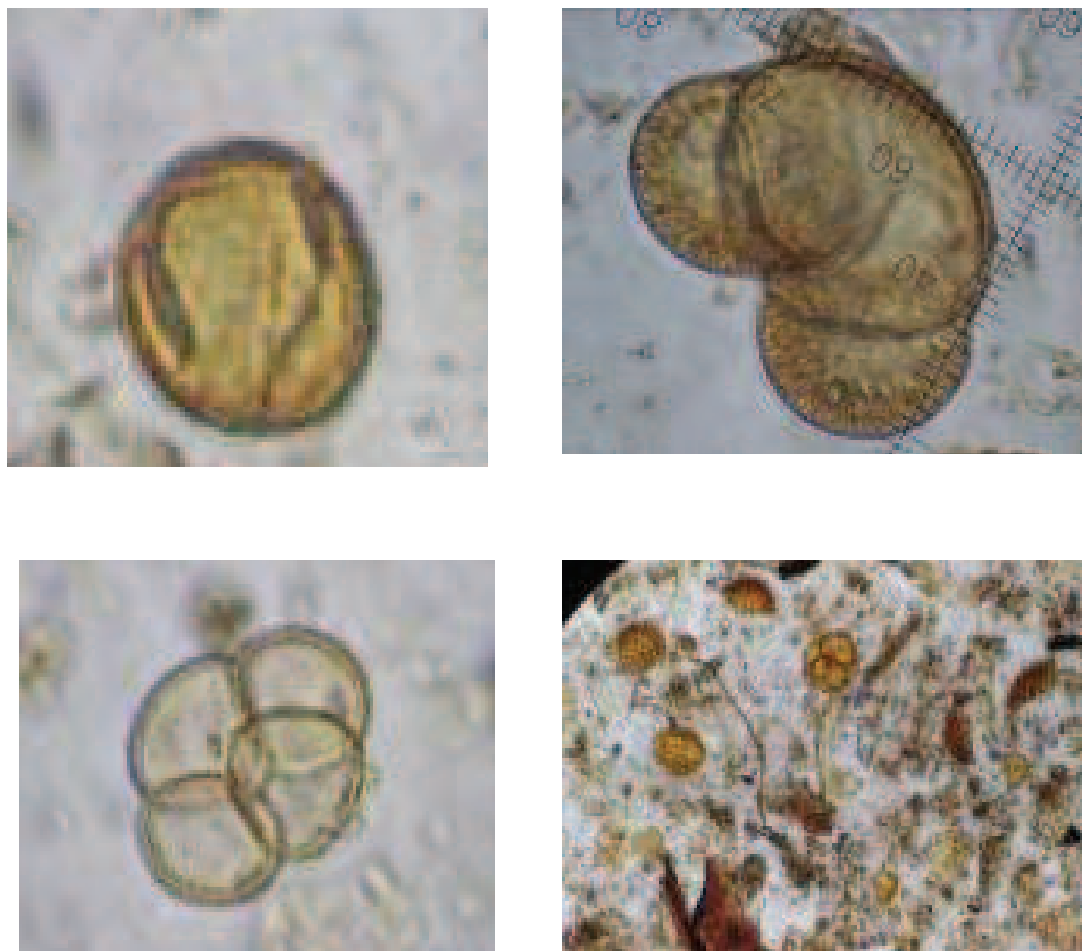


Figure 2-1. Photographies de grains de pollen (grossissement x 400) de la mare temporaire Madjen El Hnech

L'état de l'art sur les études engagées en méditerranée sur les mares temporaires, a motivé notre réflexion sur l'étude de leurs dynamiques végétale et anthropique durant les derniers siècles. Dans ce qui suit, nous tentons de faire un rapide tour d'horizon des aspects théoriques concernant le fonctionnement des mares temporaires méditerranéennes, pour mieux comprendre et interpréter les résultats palynologiques.

2.3.3 Les mares temporaires : ces trous d'eau, entre originalité et banalité !

« [...] -Allo ? oui, bonjour Monsieur,
Je suis la conteuse qui cherche des histoires de mares....
-Les mares ? Ah bin moi j'suis pas un fêru des mares,
Je les ai toutes bouchées..... »

Cécile Delhommeau, *Au bord de la mare*, 2008.

Cet extrait de spectacle, résume assez bien la situation sur la question de la perception et de l'intérêt porté aux mares temporaires ... ou pas, d'ailleurs. En effet, il y a ceux qui les considèrent comme des curiosités, des milieux insalubres, dangereux, de vrais nids à bactéries et maladies qu'il faut combler. A l'opposé, il y a ceux qui ont compris leur intérêt, mais les utilisent de façon irrationnelle (pompage d'eau, pâturage, pollution) et ceux qui heureusement, pris de passion pour ces petits habitats, œuvrent pour leur maintien et contribuent à leur connaissance.

Les mares temporaire sont des milieux transitoires qui se trouvent dans toutes les régions du monde à climat méditerranéen, et sont particulièrement abondantes dans le bassin méditerranéen occidental, notamment en Algérie où elles se concentrent en Numidie (De Bélair, 2005 ; De Bélair, 2008 ; Rhazi *et al.*, 2008). Elles représentent un milieu singulier caractérisé par des flores remarquables (*Isoetes*, *Marsilea*, *Pilularia*, *Elatine*, *Illecebrum...* etc). L'alternance de phases sèches et inondées y favorisent l'établissement de peuplements floristiques originaux et diversifiés (Grillas *et al.*, 2004). Définies comme des zones humides de petites tailles habituellement inférieures à 10 ha et peu profondes, d'origine naturelle due à des conditions géologiques et géomorphologiques (érosion, colmatage) ou artificielle imputable à l'action humaine (pour ses activités diverses et variées (élevage, irrigation, retenue d'eau). Ce sont des biotopes périodiquement inondés et composés de phytocénoses basses géophytiques et thérophytiques et de zoocénoses à petits crustacés (Barbero *et al.*, 1982). Elles sont interprétées écologiquement de deux façons : d'une part en tant que lieux de succession dans le temps de deux écosystèmes très différents (l'un inondé printanier ; l'autre asséché en fin d'été), les variations du niveau d'eau étant considérées comme des stress (Duvigneaud, 1986). D'autre part, elles sont vues comme des écophases successives d'un écosystème unique : les variations du niveau de l'eau étant alors supposées être des composantes normales du milieu (Gopal, 1986).

Les mares temporaires n'en sont pas moins des habitats sensibles et vulnérables qui ont subi des dégâts considérables. Elles sont à l'heure actuelle en grand danger de disparition suite à l'intensification de l'action anthropique (Quezel, 1998). Au Maghreb, par exemple, de très nombreuses mares ont été comblées et mises en culture ou utilisées comme point d'eau pour les troupeaux dont le piétinement intense favorise leur atterrissements, le développement des ligneux et

ainsi la fermeture du milieu et la modification rapide des biotopes (Barbero *et al.*, 1982 ; Amigo, 1987 ; Médail *et al.*, 1998 ; Quezel, 1998).

2.3.4 Adapter notre démarche aux terrains de l'Algérie du nord

La palynologie dans des sites à priori non favorables.

Ainsi, cette première approche s'intéresse à la reconstitution dans le temps, de l'impact des perturbations anthropiques sur des milieux humides en Algérie, sites qui ne sont à priori pas les plus favorables à la conduite d'études paléoécologiques. Nous avons été confronté à de réels problèmes à savoir le manque de sites offrant des portées chronologiques longues, le manque de données, et l'accès difficile à certains terrains pour des raisons de sécurité. Ces derniers éléments expliqueront peut être la faiblesse des études floristiques actuelles, et l'indigence de certaines démarches qui n'ont pas pu être menées à leur optimum. Néanmoins certaines études ont pu être conduites, en particulier celles visant à optimiser la reconstitution des interactions entre dynamiques des zones humides et activité humaine par l'emploi de marqueurs polliniques de l'anthropisation. Bien qu'il existe des clés des marqueurs polliniques de l'anthropisation, (Behre, 1981 ; 1986 ; Jalut, 1991 ; Galop, 1998 ; 2003 ; Mazier, 2006 ; Brun, 2007 ; Court-Picon, 2007), celles-ci ne pouvaient être appliquées à nos terrains d'étude. Il a donc été nécessaire en préalable à l'interprétation des données fossiles d'identifier les marqueurs polliniques locaux d'anthropisation pour notre terrain. Ce travail n'a malheureusement pu être conduit que dans un seul site à savoir le Djebel Mégriss, qui est exploité sur la base de pratiques pastorales importantes et encore traditionnelles. Aucune étude sur les marqueurs polliniques des pratiques humaines n'avait été réalisée à ce jour en Algérie. Nous tentons donc par cette étude de la végétation des milieux anthropisés du Djebel Mégriss (qui autant le préciser, connaît beaucoup de limites pour des raisons que nous évoquerons plus tard) de poser les premiers jalons d'une approche paléoécologique de l'anthropisation des écosystèmes en Algérie.

Dans un but similaire, et afin de savoir si les reconstitutions palynologiques reflétaient réellement la composition végétale et donc la diversité des sites, nous avons entrepris une étude localisée de la relation entre la pluie pollinique et la végétation actuelle temporaire se trouvant dans les mêmes secteurs. Le but à terme est l'application à l'interprétation du signal pollinique fossile des séquences étudiées dans le Djebel Mégriss.

Chapitre 3: Les terrains d'études et les sites étudiés

Les cinq sites sélectionnés (fig.3-1) pour la réalisation des sondages, se trouvent dans le Tell algérien (Tell signifiant hauteur en arabe) situé dans le nord de l'Algérie, entre le littoral et les hautes plaines. Ces sites sont, respectivement : une mare et deux formations tourbeuses dans le Djebel Mégriss (1700 m d'altitude), dans les hautes plaines sétifiennes du Constantinois ; une mare dans la forêt de Tamentout (1040 m d'altitude), en petite Kabylie et enfin, la tourbière du lac Noir (9 m d'altitude) dans la région d'El Kala, en Numidie. Le contexte biogéographique auquel se rattache chaque site est brièvement décrit dans les paragraphes suivants.

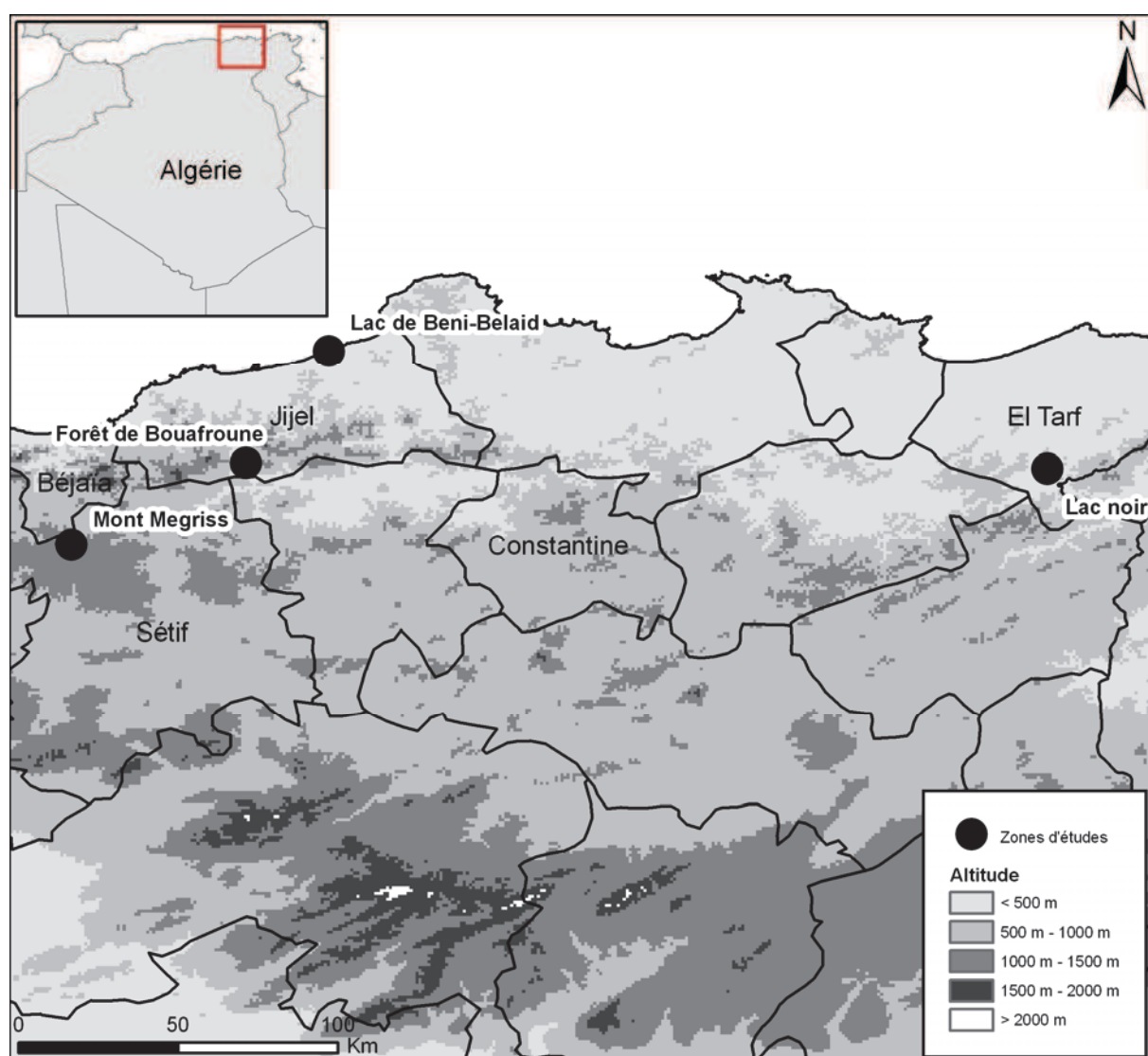


Figure 3-1. Carte de localisation des terrains d'étude

3.1 Le Djebel Mégriss : à la porte de la petite Kabylie

Le Djebel Mégriss (fig.3-2 et fig.3-3) se trouve dans la partie septentrionale des hautes plaines Sétifiennes, (terroir céréalier important) et fait partie d'un ensemble de massifs montagneux individualisés qui constituent les premiers contreforts avant la chaîne des Babors (petite Kabylie). C'est le massif le plus méridional de l'Atlas tellien. Il est formé d'un plateau bordé par des versants en fortes pentes qui dominent un relief de collines (Boulaacheb, 2013). La description et l'étude des caractéristiques physiques et écologiques de ce terrain d'étude est développée dans la quatrième partie.

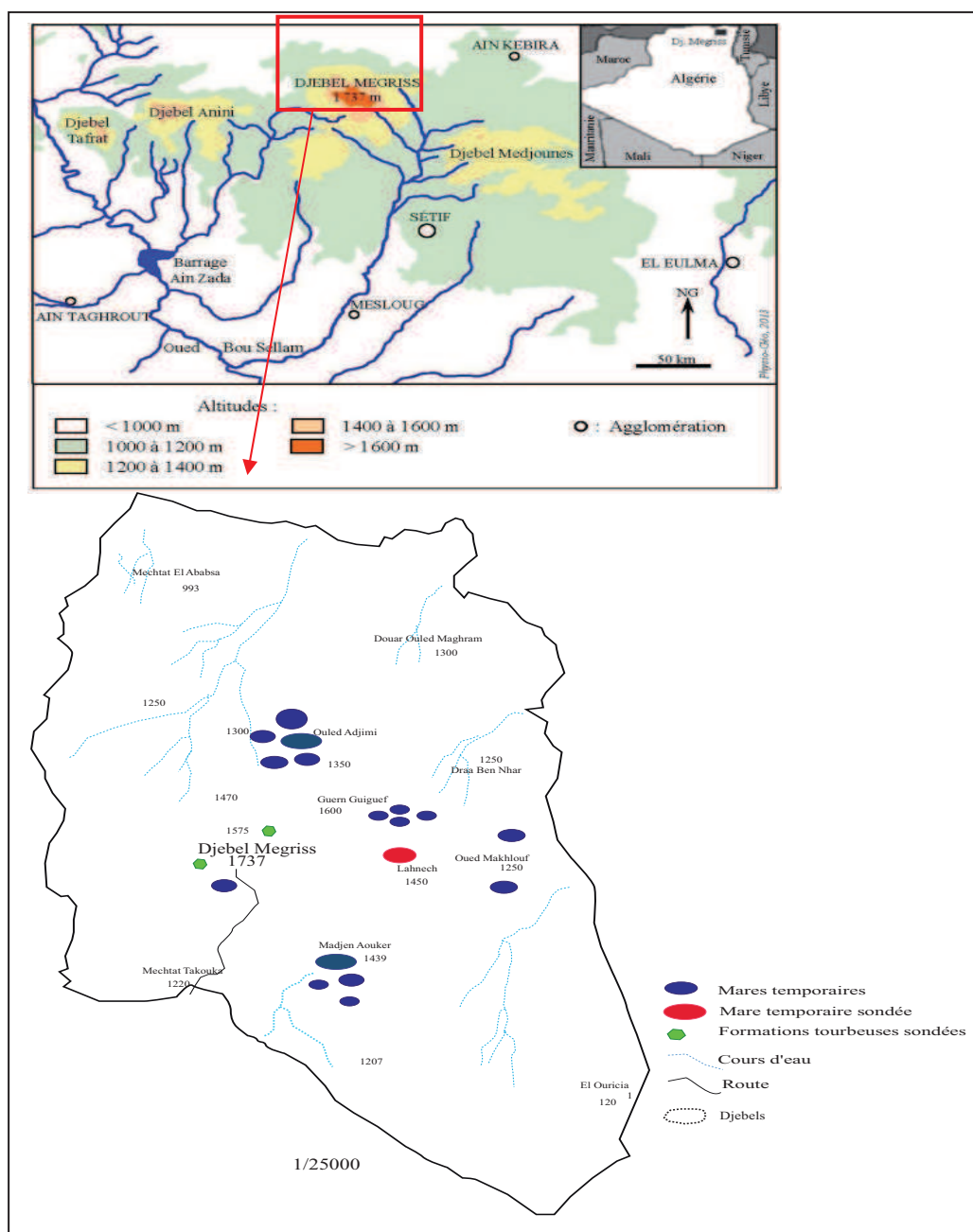


Figure 3-2. Carte de localisation du Djebel Mégriss (source : Boulaacheb (2013), modifiée)



1



2



3



4



5



6

Figure 3-3. Photographies du Jebel Mégriss: 1, 2. le Jebel Mégriss, avec au loin la chaîne des montagnes kabyles ; 3,4. Mare temporaire dans une dépression ; 5, 6. Espaces pastoraux (pâturages par les ovins et les équidés) et reboisement de Cèdre.

3.2 Les terrains en Kabylie

Les régions littorales du centre et de l'est algérien, comprennent une série de massifs anciens séparés par des rides crétacées ou éocènes ou par des dépressions miocènes. Ce sont, d'est en ouest, le massif de la petite Kabylie, le massif de la grande Kabylie et les îlots qui s'y rattachent. La Kabylie se limite au Nord par la mer Méditerranée, à l'ouest par la Soummam (la grande faille qui sépare la grande Kabylie de la petite Kabylie), et à l'Est par la dépression de la plaine d'Annaba (Niox, 1890 ; Gharzouli, 2007). (fig. 3-4).

Le climat dans toute la Kabylie est de type méditerranéen, pluvieux et froid en hiver, chaud et sec en été. Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 1200 mm/an. Les températures annuelles moyennes sont de 3°C pour les minimales et de 26°C à 34°C pour les maximales. La Kabylie, à l'exception des crêtes sommitales¹, appartient au domaine nord-africain méditerranéen qui connaît une végétation forestière dominée par des forêts sclérophylles à *Quercus suber* et *Quercus ilex* et des chênaies caducifoliées à *Quercus canariensis* et *Quercus afares*.

Le site sélectionné en petite Kabylie, se trouve dans la forêt domaniale de Tamentout, appartenant au massif forestier de Tamentout (Wilaya de Jijel) , qui s'étire en une bande ouest-est de 30 km de long et 10 km de large environ, sur les crêtes de la chaîne Sud de la petite Kabylie. La forêt de Tamentout, prend départ à l'ouest du Djebel Agoug (1500 m), Djebel Tamesguida (1626 m d'altitude), Djebel Mkarkcha et abouti au col de Fédoules à l'est. Sa superficie totale est de 6366.9 ha à forte dominance de feuillus. (D.G.F , 2010).

¹Qui dépendent du domaine des hautes montagnes atlantiques, caractérisées par la présence du Cèdre (*Cedrus atlantica*)



1



2



3



4

Figure 3-4. Carte de locausation de la petite Kabylie (source : Direction des forêts de la wilaya de Jijel) et localisation et photographies de la forêt de Tamentout. 1,2,4 : forêt de Chêne zéen et liège. 3 : vue d'ensemble sur les massifs forestiers Kabyles.

3.2.1 La forêt domaniale de Tamentout

Plus localement, la forêt bénéficie de la proximité du littoral et d'un climat humide, avec une pluviosité importante entre 1200 mm et 2000 mm) et une saison sèche pas très longue (trois mois environ). Les sols sont généralement des sols bruns forestiers, pierreux, profonds et secs, reposant essentiellement sur des grès et des argiles de Numidie.

Les essences forestières dominantes sont : le Chêne zéen (*Quercus canariensis*) couvrant une superficie de 3990.7 ha, le Chêne afarès (*Quercus afares*), 1677.3ha, et le chêne liège (*Quercus suber*) 1127 ha (D.G.F, 2010). Les peuplements de chêne zéen se rencontrent à partir de 1050 m d'altitude et jusqu'au plus haut lieu de la forêt (1625 m) avec une orientation nord. La forêt de chêne zéen est une futaie pleine qui présente l'aspect de peuplements jardinés avec un sous-bois très réduit du fait de l'épais ombrage du zéen. Une grande partie des peuplements est en mauvais état suite aux coupes de bois en délit. Les peuplements de chênes afarès se rencontrent généralement sur les versants orientés sud, entre 1050m et 1250m d'altitude, sur des sols peu profonds, et sont en grande partie dépérissants. Le chêne liège occupe des terrains de basse altitude sur des sols pauvres, exposés au sud. Le cèdre de l'atlas quant à lui, été introduit et son peuplement est en bon état.

3.2.2 Pression anthropique dans la forêt de Tamentout

De nombreuses mechtas avec plus de 1000 habitants, se trouvent à proximité de la forêt de Tamentout. Toute la population bénéficie du droit d'usage aussi bien dans la forêt entièrement ouverte aux parcours des troupeaux (fig. 3-5), que dans les bois et pâturages voisins. Les délits de coupes de bois y sont très courants (D.G.F, 2010).



Figure 3-5. Forêt claire et pastorale de chênes zéen (forêt de Tamentout)

3.3 Le lac Noir en Numidie

Le lac Noir se trouve dans le parc National d'El Kala (Wilaya d'El Taref), dans l'extrême nord-est algérien (fig. 3-6). Ce parc, très boisé s'étend sur une bande côtière de 40 km. Sa création en 1983, répondait au besoin de conservation d'un patrimoine naturel composé d'une mosaïque d'écosystèmes remarquables. Le parc national d'el Kala (PNEK) abrite le tiers de l'ensemble de la flore d'Algérie (Ministère de l'Agriculture et du développement rural, Direction générale des forêts, 2005) En 1990, cette aire protégée a été classée par l'UNESCO comme Réserve de la Biosphère (Dupuy, 1972 ; Bougazelli *et al.*, 1976 ; Grimes, 2005 ; Ministère de l'Agriculture et du développement rural, Direction générale des forêts, 2005). Peu après la création du parc, les lacs Oubeira et Tonga ont été inscrits sur la liste des sites Ramsar d'importance internationale. En 1990, une mission scientifique a eu lieu pour évaluer l'état de conservation de ces derniers (Smart et Hollis, 1990), suscitant par la suite la désignation d'autres zones humides Ramsar. C'est ainsi que l'aulnaie d'Ain Khia (180 ha) et la tourbière du lac Noir (5 ha) ont été classées en 2004 sur la liste Ramsar. Une brève description du Parc National d'El Kala, est entreprise ici pour rendre compte de l'intérêt patrimonial de ce dernier, mais aussi de l'implication et de la stratégie conservatoire de l'Algérie.

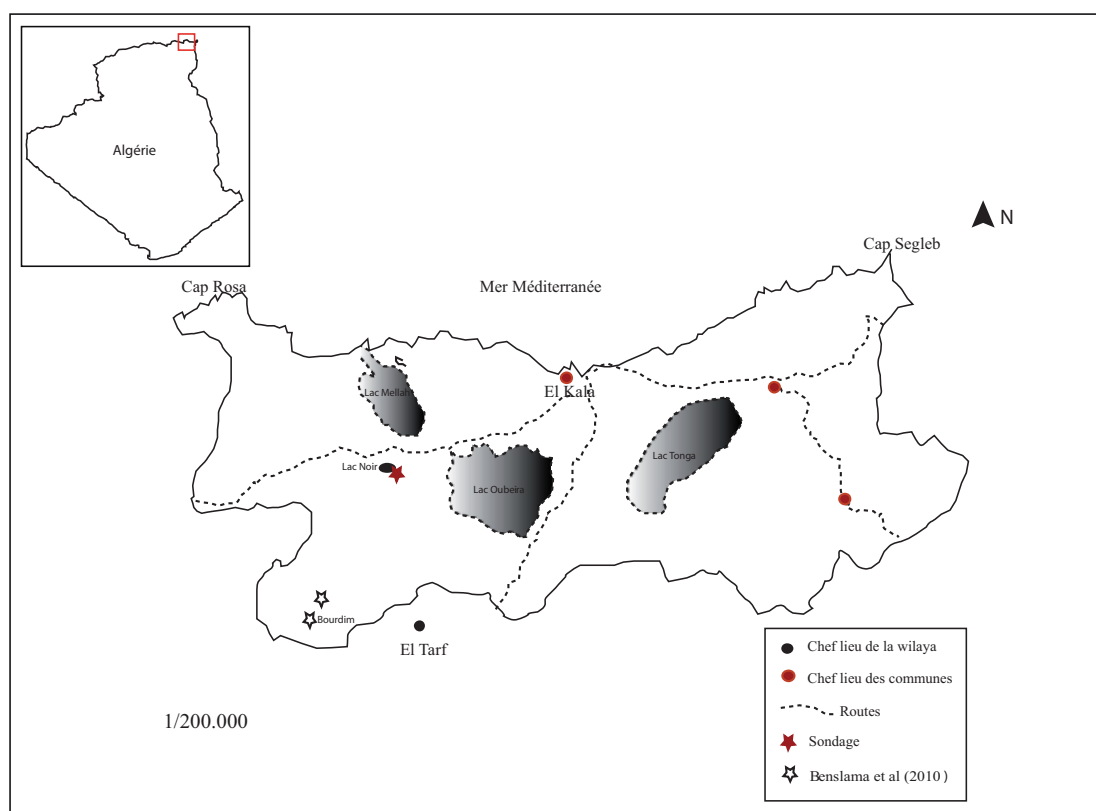


Figure 3-6. Carte de localisation du Parc National d'EL Kala et du lac Noir

3.3.1 Le Parc National d'El Kala

Le relief du PNEK se caractérise par des pentes fortes et variables (de 9% à 80% de pente). On distingue du littoral vers le sud, des formations collinaires basses à une centaine de mètres d'altitude en moyenne qui se prolongent sur 15 Km vers le sud et s'interrompent au niveau de la vallée de l'Oued El Kebir. De grandes dépressions inter-collinaires hébergent les principaux lacs. Au sud le relief croît régulièrement jusqu'à 1202 m d'altitude (Djebel Ghorra), point culminant de la région. La structure géologique individualise des massifs rocheux, séparés par des vallées où coulent des oueds qui débouchent en mer. Le littoral d'El Kala se singularise par rapport au reste de la côte algérienne par ses lagunes et zones humides. L'apparition de ces sites est liée à l'effet du cordon dunaire qui isole de la mer des rivières sans exutoires, formant à leur débouché dans la plaine une série de zone humides et marécageuses (Joleau, 1936).

Le parc comprend une zone marine, un cordon dunaire littoral, une zone des basses plaines marécageuses agricoles, un complexe de zones humides¹ (fig. 3-7) et une zone montagneuse qui se caractérise par des formations forestières mixtes à *Quercus suber*, *Quercus canariensis* et *Pinus maritima*, parsemées de zones de maquis et de pelouses.

Au niveau des formations dunaires se distinguent trois groupements végétaux qui jouent un rôle important dans la fixation des dunes soumises à l'action directe des vents dominants, à savoir : des groupes pionniers, représentés par *Eryngium maritimum*, *Agropyrum junceum* et *Euphorbia peplis*, un groupe des sables mobiles représenté par *Panorathium maritimum* et *Retama bovei* et un groupe des dunes consolidées représentées par *Juniperus phoenicea*, *Juniperus oxycedrus*, *Quercus coccifera* et *Pistacia lentiscus*.

Les tourbières sont localisées sur la rive Nord-Est du lac Oubeira, au niveau du lac Noir et au sud du lac Bleu. Les pelouses résultent de l'abandon des terres agro-pastorales (bocages et cultures) constituées initialement au détriment du couvert forestier par défrichement et incendies (Direction Générale des Forêts, 2005). Les espèces dominantes sont *Asphodelus microcarpus*, *Urginea maritima*, *Ormenis mixta*, et *Inula squarosa*. Les maquis non arborés se présentent sous forme d'une nappe buissonnante dont la hauteur va de 0,7 m à 4 m selon leur localisation entre les massifs forestiers non dégradés. Ils peuvent couvrir des étendues relativement importantes. Les maquis arborés se présentent avec une strate buissonnante de 2 m de haut en moyenne et d'une strate arborée de chêne liège généralement de faible hauteur. Cet habitat le plus important du parc, se caractérise par son étendue. Par endroit, sous l'action répétée des incendies, il a été remplacé par le lentisque, les myrtes, l'arbousier et les calycotomes.

¹ Représenté par les grandes dépressions inter collinaires dont les unités constitutives sont les lacs Tonga, Oubeira, Mellah, Bleu, Noir, le marais de Bourdim et plusieurs rypisylves.

Les cours d'eau sont jalonnés par des peuplements ripicoles diversifiés. On rencontre, selon les caractéristiques du cours d'eau, des formations d'importance et de composition différentes, peuplées d'*Alnus glutinosa*, *Populus alba*, *Populus nigra*, et *Laurus nobilis*.

Les pinèdes à Pin maritime et Pin d'Alep se développent sur les sols dunaires. L'eucalyptus occupe d'importantes superficies non entretenues comme en témoignent leur état d'embroussaillage.

Les subéraies correspondent à la forêt au sens strict avec la présence de trois strates fondamentales : la strate arborée, la strate buissonnante des sous-bois et la strate herbacée. La première, monospécifique, est composée de *Quercus suber* dont les sujets peuvent atteindre 8 m de hauteur avec un sous-bois haut et dense composé de *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Erica arborea*, *Erica scoparia*.....

La subéraie de montagne se caractérise quant à elle par l'absence de sous-bois. La strate herbacée est rare et seulement composée de quelques graminées. On y rencontre le chêne liège, parfois en mélange avec le chêne zéen. Les arbres relativement droits peuvent atteindre 18 m de hauteur.

3.3.2 Pression anthropique

Sur le plan socio-économique, le parc national d'el Kala, connaît une forte pression anthropique où l'agriculture, l'élevage, la pêche et le tourisme représentent les principales activités économiques. Ces activités, anarchiques et sans contrôles, contribuent à la dégradation de ce milieu naturel (Bouazouni, 2004). Les activités agricoles, principalement les cultures maraîchères et fourragères, sont pratiquées à proximité des sources et des zones humides. Quant à l'élevage (bovin, ovin, caprin), il est extensif et se développe à travers les zones humides et les forêts de chênes. Dans certaines communes, la pression peut atteindre 18 animaux par ha (Grimes, 2005).



1



2



3



4



5

Figure 3-7. Photographies du Parc National d'El Kala. 1 : Plage ; 2. 3 : lac Tonga ; 4. : lac Oubeira ; 5 : lac Noir

Chapitre 4: Méthodes et résultats

Les systèmes naturels et sociaux cohabitent, évoluent et fonctionnent ensemble sur la longue durée, il est donc important de les appréhender au travers de plusieurs approches (Burnouf *et al.*, 2003). Cette évidence sur la nature complexe des systèmes socio-écologiques a donné naissance au concept d'anthroposystème¹ dont la caractérisation est fortement abordée par les sciences du paléoenvironnement et par la palynologie en particulier, au travers de recherches pluridisciplinaires faisant appel à la géographie, l'histoire, l'archéologie ou encore l'écologie. Pour la réalisation de cette thèse, notre démarche est fondée sur la rétro-observation pour comprendre la dynamique des milieux humides dans un contexte de forte anthropisation. Pour cela, la palynologie est un bon outil de reconstitution de la dynamique locale de la végétation, de reconstitution de la pression anthropique et de la diversité floristique. Une approche multi-proxy a été adoptée combinant l'étude du pollen fossile avec d'autres marqueurs tels que la perte au feu, l'estimation de la richesse palynologique ainsi que la construction d'un référentiel actuel.

4.1 Construction de référentiels et relations pluie pollinique végétation actuelle

La reconstitution des paysages anciens, dépend de notre connaissance des écosystèmes actuels, des pratiques humaines qui s'y exercent, des communautés végétales qui les composent et enfin de leurs images polliniques (Mazier, 2006).

Il nous a donc semblé intéressant dans le cadre de notre thèse, d'étudier la végétation actuelle du Djebel Mégriss. Cette étude s'est faite en deux temps :

1. Caractérisation de groupements anthropiques, en classant les espèces végétales en fonction du type de milieu anthropisé. Le but étant de constituer une base de données des plantes indicatrices d'activités anthropiques locales et spécialisées pour pouvoir interpréter les données fossiles.
2. Etude de la végétation actuelle et de la pluie pollinique d'une mare temporaire, dans le but de caractériser la signature pollinique des différentes communautés végétales et pouvoir interpréter ainsi les données fossiles des sédiments extraits de cette même mare.

¹ Système interactif entre deux ensembles constitués par un ou plusieurs sociosystèmes et un ou plusieurs systèmes naturels ou artificialisés, s'inscrivant dans un espace géographique donné et évoluant avec le temps (Muxart *et al.*, 2003)

Le choix du Djebel Mégriss pour réaliser cette analyse s'explique par :

- l'accessibilité du terrain et la sécurité de ce secteur situé à 20 Km de la ville de Sétif ;
- la richesse en études et données écologiques (Gherzouli, 1998 ; Abbaoui ; 1998 ; Boulaacheb 2000, 2005, 2006, 2007 ; 2010 ; 2011 ; Dahmache, 2001 ; Djabi, 2001 ; Nadji, 2001 ; Mesaoud, 2002 ; Raachi, 2002 ; Gherzouli, 2005 ; Bencheikh et Tchier, 2006).
- la présence d'un gradient altitudinal (entre 1000 et 1740 m).
- l'existence d'un pâturage extensif révélateur de pratiques pastorales traditionnelles communes à l'ensemble de la petite Kabylie. À Mégriss l'élevage demeure le mode d'exploitation principal ;
- une grande richesse floristique avec plus de 450 espèces sont recensées (Gherzouli, 1998 ; Boulaacheb, 2009).

C'est donc dans cet espace où l'impact humain est particulièrement fort, que nous avons entrepris l'étude de la végétation et tout particulièrement de sa composante anthropique actuelle, et celle de la pluie pollinique de la végétation de la mare temporaire Madjen El Hnech. Sachant que les conditions écologiques conditionnent l'existence de la flore, il convient avant tout de faire une étude des caractéristiques physiques du Djebel Mégriss. Cette étude sera menée ici en complément de la présentation rapide faite dans le troisième chapitre du manuscrit.

4.1.1 Caractéristiques climatiques et écologiques du Djebel Mégriss

L'évolution paléogéographique et structurale du Djebel Mégriss montre la présence de trois unités géologiques : **Le quaternaire**, marqué par des éboulis en masse et à gangue marneuse qui s'établissent à la périphérie du djebel. Les éboulis anciens se trouvent sur le versant nord, datant probablement du quaternaire ancien. **La nappe numidienne** datant de l'Oligocène qui est visible depuis la masse tabulaire et peu fracturée du djebel jusqu'aux ensembles tronqués à la base de Chouf Karoun (au sud-ouest) et qui est formée essentiellement d'argiles et de bancs de grès. **La nappe tellienne**, réduite aux copeaux de dimensions modestes coincés sous le contact de bases du numidien au nord-est du Djebel Mégriss. Elle se compose de marnes appartenant à trois séries : l'Oligocène inférieur (marnes grises, argileuses, durcies), le Lutétien supérieur et Priabonien (série homogène de marnes noires lamellaires) et le Sénonien supérieur (marnes lamellaires grises et micrites à patine claire, flammées de gris à la cassure). (Vila, 1976 ; Vila et Obert, 1977 ; Gharzouli, 2007 ; Boulaacheb, 2009 ; Khalfaoui, 2010)

Le Djebel Mégriss est très accidenté, les pentes sont très fortes ce qui favorise le ruissellement et l'érosion. L'absence de formations forestières favorise le ruissellement et accentue les effets du gel et du vent. Les formations végétales occupant les versants les plus redressés sont dans la plupart des cas des matorrals bas à dominance d'*Ampelodesma sp* et *Calycotome sp* infiltrés par des nanophanérophytes dont la majorité sont des espèces rampantes (*Smilax aspera*, *Clematis flammula*, *Lonicera implexa*, etc). Certaines falaises sont complètement dénudées. Un important affleurement de la roche mère caractérise le paysage du Djebel Mégriss.

Quand aux sols, selon Lahmar *et al.*(1993), ils sont de deux types : **Les sols à caractères vertiques dominants**, sols lourds, riches en argiles gonflantes, sont développés, soit sur des matériaux géologiques lourds (marnes, argiles), soit sur le produit de leur érosion. **Les sols lessivés**, sont limités au gré situé sur les hauteurs. Ce sont des sols évolués, peu ou moyennement épais, formés d'un horizon lessivé sableux, massif, neutre, reposant sur un horizon d'accumulations d'argile et légèrement acide.

Le réseau hydrographique du Djebel Mégriss est important. De nombreux oueds le traversent, les plus importants sont l'Oued el bordj au nord et l'Oued el hader à l'ouest. Le régime hydrique est assez variable au cours de l'année, puisque dépend de la pluviométrie. Ainsi, le débit le plus fort est enregistré en hiver et en début de printemps avec la fonte des neiges. Les oueds peuvent être en eau jusqu'au mois de juillet. Ils abritent une végétation ligneuse remarquable (*Acer campestre*, *Pyrus communis*, *Salix alba*, *Ulmus campestris*). Les eaux de ruissellement sont récupérées par les nombreuses mares temporaires situées en contrebas des falaises.

4.1.1.1 Données climatiques

Les données climatiques proviennent de la station météorologique de la wilaya de Sétif, elles couvrent une période de 20 ans (1986-2005).

La pluviométrie

Les précipitations moyennes annuelles sont de 503 mm/an (Tab. 4-1), elles varient entre 309 mm (1995) et 908 mm (2004). Le mois le plus pluvieux est décembre (Tab. 4-2), avec 68.7 mm. Le mois le moins arrosé est juillet avec 6.9 mm.

L'enneigement

Les premières chutes de neige s'observent vers la fin octobre, puis le manteau nival s'installe définitivement en décembre et peut atteindre par endroit plus de 1 m de hauteur. La durée d'enneigement est de 35,5 jours en moyenne jusqu'au printemps. En mai 2005, en raison d'une forte accumulation de neige sur les crêtes et dans les ravins, un glissement de terrain a été enregistré sur le flanc nord du djebel, ce qui avait provoqué le comblement des mares se trouvant au pied des falaises (Boulaacheb, 2009).

Année	Précipitations (mm/an)
1986	315
1987	367
1988	476
1989	410
1990	353
1991	456
1992	508
1993	352
1994	362
1995	309
1996	523
1997	462
1998	576
1999	336
2000	332
2001	379
2002	574
2003	908
2004	725
2005	361
Moyenne	454,2 mm/an

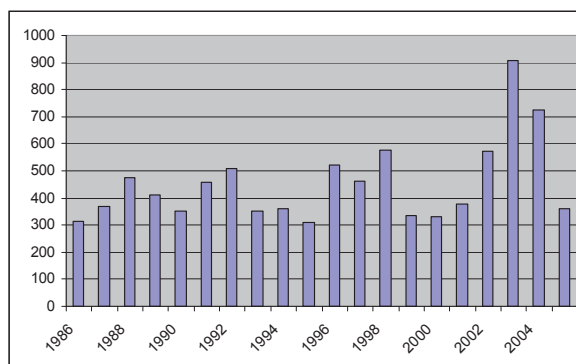


Figure 4-1. Histogramme des moyennes annuelles des précipitations du Djebel Mégriss

Tableau 4-1. Moyennes annuelles des précipitations du Djebel Mégriss

Mois	Précipitation (mm/mois)
Jan	41,2
Fév.	50,9
Mars	43,2
Avril	55,1
Mai	56,7
Juin	18,5
Juil	6,9
Août	12,3
Sep	53,2
Oct.	42
Nov.	54,5
Déc.	68,7
Moyenne	41,9 mm/mois

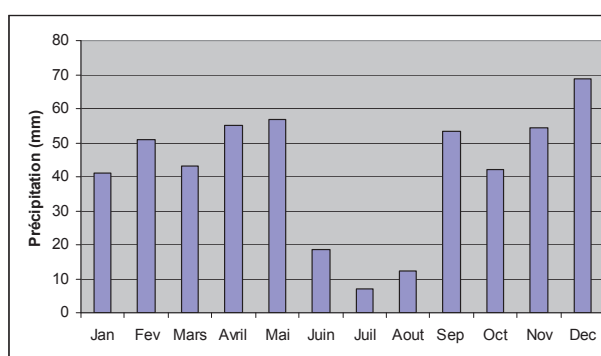


Figure 4-2. Histogramme des moyennes mensuelles des précipitations

Tableau 4-2. Moyennes mensuelles des précipitations

Les températures

Les températures moyennes annuelles sont de l'ordre de 10, 83°C. Août est le mois le plus chaud avec une moyenne de 26,4°C, et janvier est le mois le plus froid avec une moyenne de -0,6°C.

Mois	Temp max (M)	Temp min (m)	M+m /2
Jan	3,2	-0,6	1,3
Fév.	4,8	-0,3	2, 3
Mars	7,4	1,1	4,3
Avril	9,5	2,6	6,1
Mai	14,7	7,8	11,3
Juin	21,4	12,3	16,9
Juil.	25,9	16,6	21,3
Août	26,4	17,1	21,8
Sep	21	12,9	17
Oct.	11,4	7,7	9 ,6
Nov.	8,5	3,2	5,9
Déc.	4,2	0,6	2,4
Moyenne	13,2	6,75	10,83

Tableau 4-3. Moyennes mensuelles des températures du site du Djebel Mégriss

4.1.1.2 Synthèse bioclimatique

Le climat est un facteur important en raison de son influence sur la végétation. La synthèse bioclimatique est ici importante, car nous permet situer le Djebel Mégriss dans un contexte général. Ce dernier est caractérisé par un climat méditerranéen. A savoir, chaud et sec en été, froid et humide en hiver. D'après le calcul du quotient pluviothermique d'Emberger et l'indice xérothermique de Gaussen (cf. Gherzouli, 2005), Mégriss se situe dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver froid. Cet étage correspond aux formations de chêne vert (Quezel, 1957). Avec une période sèche qui s'étale sur trois mois (Juin, Juillet, Août).

4.1.1.3 Flore et végétation

L'analyse de la flore du Djebel Mégriss est basée sur les types biologiques¹ et les types chorologiques². Le Djebel Mégriss est dominé par la présence des strates arbustive, herbacée et muscinale, tandis que la strate arborescente y est absente (seules quelques reliques de chênes verts). Les formations végétales dominantes sont par conséquent, les pelouses, les prairies et les matorrals bas.

Les pelouses. Il s'agit de formations naturelles herbacées à base d'Hémicryptophytes, de Chamaephytes et de Géophytes, contiennent quelques végétaux arbustifs comme *Calycotome spinosa*, et *Daphne gnidium*. Dans les pelouses hygrophiles nous rencontrons quelques orchidées (*Ophrys atlantica*, *Orchis papilionacea*, *Orchis sulfurea*). Les familles les plus dominantes sont les Astéracées et les Poacées. L'abondance d'*Asphodelus microcarpus* traduit l'intensité du pâturage.

Les prairies mésophiles. Elles abritent une flore diversifiée (*Trifolium repens*, *Lolium perenne*, *Cynosorus cristatus*, *Bellis perennis*, *Dactylis glomerata*, *Alisma micchaleti*, *Helosciadum nodiflorum*....), on y rencontre aussi des espèces caractéristiques des prairies inondables (*Juncus inflexus*, *Trifolium fragiferum*, *Hypericum acutum*) (Boulaacheb, 2009)

¹ Les types biologiques sont classés d'après les principes formulés par (Raunkiaer, 1905): les Therophytes, les Hémicryptophytes, les Chamaephytes, les Géophytes et les Phanérophytes.

² Définis par Quezel et Santa (1962-1963) dans la nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Sont regroupés selon Gharzouli et Djellouli (2005), en espèces méditerranéennes, en espèces cosmopolites, en espèces nordiques et septentrionales, en espèces de liaison et en espèces endémiques.

Les matorrals. On rencontre deux types de matorrals à Mégriss : le matorral à *Rhamnus alaternus* abondant et riche en cortège floristique et, plus rare, le matorral à *Quercus ilex*, développé sur des stations rocailleuses exhaussées. Ces formations se localisent sur le flanc sud du Djebel et le cortège floristique est relativement riche, malgré la fréquentation abusive des troupeaux (Boulaacheb, 2009)

D'autres formations composent le paysage de Mégriss, à savoir des formations végétales rupicoles, des formations végétales thermophiles, des formations mésohygrophiles qu'on trouve dans les mares temporaires et enfin des reboisements de cèdre de l'atlas (Gherzouli, 1998 ; Boulaacheb, 2009)

4.1.1.4 Signification biogéographique des espèces rencontrées dans le Djebel Mégriss

L'interprétation biogéographique pose quelques problèmes car l'Algérie ne constitue nullement en elle-même une unité biogéographique (Quezel, 1964). En effet, à côté des espèces méditerranéennes au sens biogénique, il existe un nombre appréciable de taxa appartenant à des souches biogéographiques différentes. A Mégriss on remarque une prédominance des espèces de souches méditerranéennes (53%), les espèces de souches nordiques sont relativement bien représentées (29%), les endémiques et les cosmopolites présentent respectivement 7 et 6% tandis que les espèces appartenant aux lignées tropicales et macaronésiennes occupent respectivement 2 et 3% (Gherzouli, 1998).

Les étages de végétations

Le calcul de la saison sèche (indice xérothermique de Gaussen, cf. Gherzouli, 2005), couplé aux études sur les étages de végétation du bassin méditerranéen (Quezel, 1976 ; Bouaoune, 1995), nous permettent de classer le Djebel Mégriss dans l'étage mésoméditerranéen. Cet étage correspond aux formations sclérophylles à base de chêne vert, sous forme de matorrals denses dont l'extension altitudinale se situe entre 1300 m et 1500 m.

4.1.1.5 Pratiques pastorales

L'élevage représente la principale activité humaine dans ce secteur. Toutefois, très peu d'études concernant les pratiques pastorales dans les régions Telliennes ont encore été réalisées (Nedjraoui, 2001). Les données sont par conséquent fragmentaires, mais néanmoins, nous avons remarqué dans le Djebel Mégriss un élevage diversifié (bovin, ovin, caprin et des équidés) pour lequel la charge pastorale n'est pas connue avec certitude. Selon Boulaacheb (2009), il y aurait plusieurs mechtas dans le Djebel ; chaque mechta compte une ou deux familles, et chaque famille possède 500 têtes en moyenne.

La flore pastorale

Les différents troupeaux pâturent pratiquement toute l'année. Les prairies sont très fréquentées surtout l'été quand les pelouses et les matorrals sont secs. L'étude réalisée par Boulaacheb (2009), démontre que les Poacées et les Fabacées sont les familles les plus utilisées comme plantes fourragères (fig.4-3). Toutefois, des relevés de terrain, des discussions avec les bergers et un recours aux travaux de Boulaacheb (2009) nous permettent de distinguer les espèces les plus recherchées par les troupeaux. Ainsi, les *Filago* sont broutées par les moutons ; *Chichorium inthybus* conviendrait aux moutons et aux vaches laitières ; les Rosacées sont broutées par les chèvres et les moutons à l'instar d'*Apium*. *Torilis nodosa* et *Convolvulus* sont surtout recherchées par les chevaux. Les Cypéracées et les juncacées, bien qu'elles soient coriaces et fibreuses sont principalement consommées par les bovins.

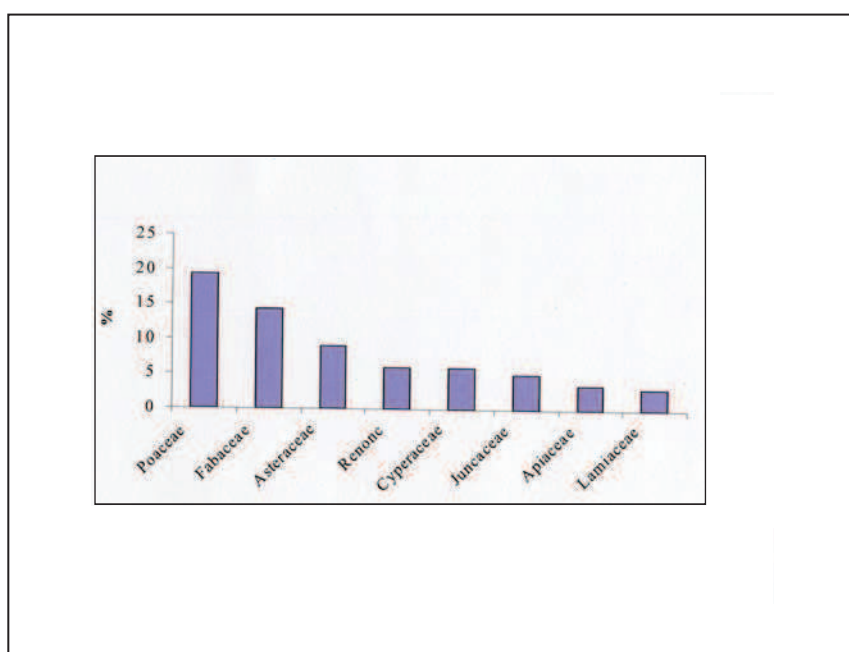


Figure 4-3. Spectre des plantes fourragères du Djebel Mégriss (source : Boulaacheb, 2009)

4.1.2 Les indicateurs polliniques d'anthropisation dans le Djebel Mégriss

L'analyse pollinique nous permet d'appréhender l'action de l'homme sur son environnement à partir des désormais classiques indices polliniques d'anthropisation (Iversen, 1949 ; Behre, 1981 ; Richard, 1994 ; Galop, 1998, 2000 ; Mazier, 2006 ; Brun, 2007 ; Court picon *et al.*, 2005) dont la caractérisation est fondée sur la reconnaissance pollinique d'espèces végétales directement associées aux activités humaines. Ces indices se divisent en deux groupes (Berglund, 1969):

- *Les anthropochores* qui correspondent aux plantes introduites par l'homme en dehors de leurs aires naturelles de distribution, telles que la majorité des plantes cultivées ;
- *les Apophytes* qui existent à l'état naturel dans la zone d'étude, mais qui sont favorisées par l'homme et ses activités. On retrouve dans ce cortège bon nombre d'espèces méssicoles, mais aussi l'ensemble du cortège des plantes rudéro-ségétales favorisées par les excès de nitrates, le bouleversement régulier des sols ou le piétinement.

Si une abondante littérature aborde la question des indicateurs polliniques de l'anthropisation en fournissant des listes parfois détaillées (Behre, 1981 ; Gaillard, 1984 ; 2007 ; Gaillard *et al.*, 1992 ; 1994 ; Hjelle, 1997 ; 1999 ; Bunting *et al.*, 2003 ; 2005 ; 2008 ; Brostrom *et al.*, 1998 ; 2004 ; 2008), il n'en demeure pas moins que leur utilisation reste limitée à certaines régions car force est de constater que ces inventaires ne concernent directement et principalement que les zones septentrionales (fig. 4-4). Ils restent muets sur les espèces indicatrices utilisables dans le sud de l'Europe et *a fortiori* en Afrique du Nord. Aussi, avons nous consacré une partie de notre travail à la caractérisation de cette flore spécifique à partir d'une étude ciblée sur le Djebel Mégriss afin de préciser la liste des indicateurs polliniques susceptibles d'être pris en compte dans le cadre d'études palynologiques.

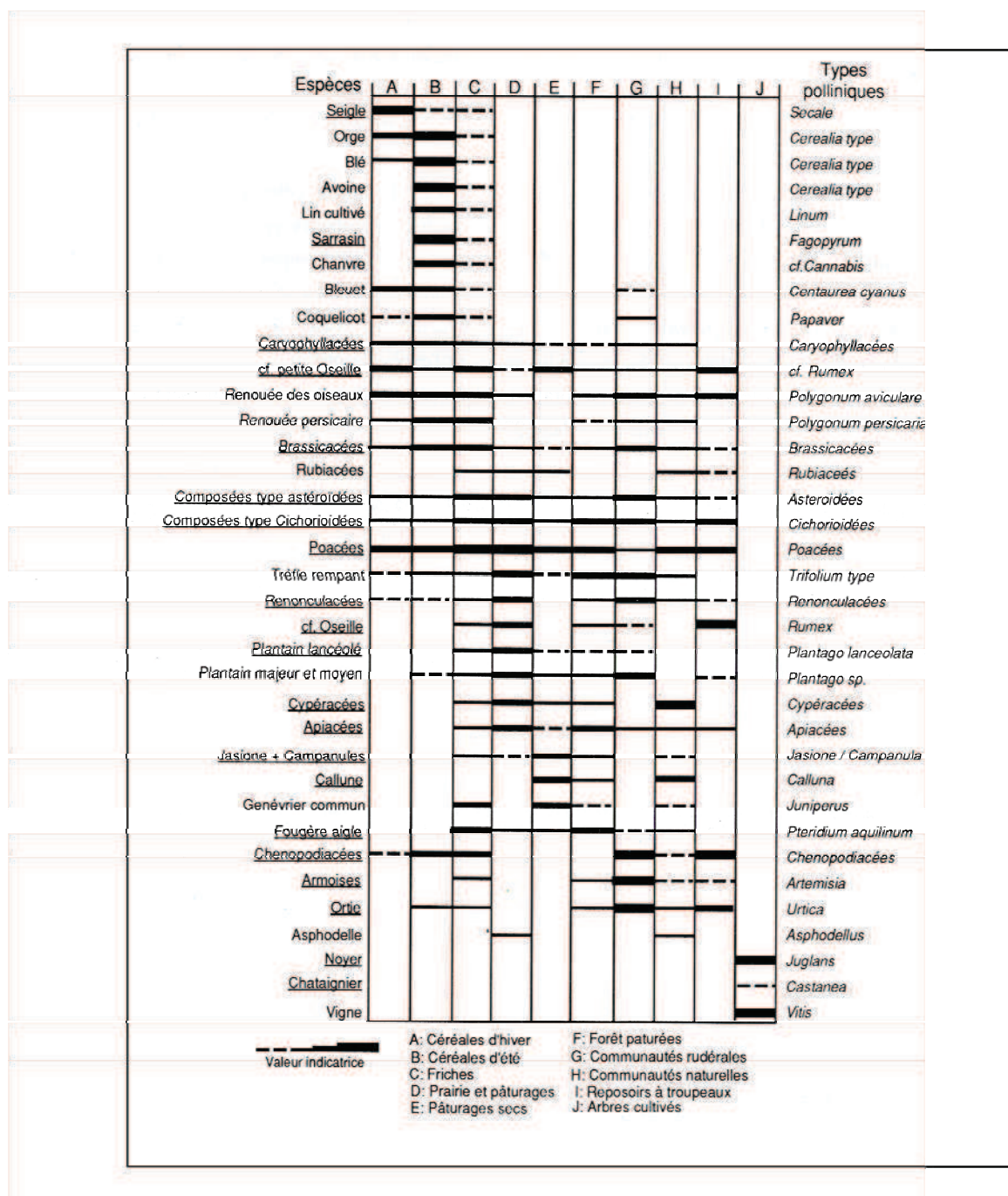


Figure 4-4. Les indicateurs polliniques d'anthropisation (d'après Behre, 1981)

4.1.2.1 Méthodes

En plaçant notre réflexion dans une approche historique de l'environnement, il nous a semblé important d'étudier la végétation actuelle du Djebel Mégriss, de faire une synthèse de la végétation anthropique et de classer les espèces végétales en fonction du type de milieu anthropisé. Cette étude écologique, inspirée des travaux de Brun (2007) ou de Miras (2004) nous permet de constituer une base de données des plantes indicatrices d'activités anthropiques locales.

Des relevés de terrain réalisés en 1998, 2005 et 2008 dans le Djebel Mégriss, et l'utilisation d'inventaires floristiques (Boulaacheb, 2009), ainsi que l'utilisation de certaines flores pour la détermination, la chorologie et l'écologie des espèces rencontrées (Julien, 1894 ; Battandier et Trabut, 1902 ; Maire, 1952 ; 1980 ; Quezel et Santa, 1962 ; Fournier, 1977 ; Bonnier et Douin, 1991 ; Delforge, 1994 ; Duhamel, 1998) nous ont permis d'inventorier et de classer les espèces végétales en fonction des types de milieux anthropisés. Le but étant d'identifier des groupements anthropiques. Des listes d'espèces caractéristiques et des diagrammes de répartition des différentes familles végétales dans les groupes écologiques sont proposés (liste globale en annexe).

4.1.2.2 Résultats et synthèse

Le Djebel Mégriss est riche en espèces végétales. Les inventaires réalisés par Gherzouli (1998 ; 2005) et Boulaacheb (2009) ont mis en évidence la présence sur l'ensemble du massif non forestier près de 500 espèces de Cryptogames vasculaires et de Phanérogames. Les habitats sont essentiellement des pelouses, des prairies et des matorrals. Les cultures, principalement de céréales et de pomme de terre se trouvent en contrebas du Djebel. Les inventaires ont été réalisés dans les différents habitats au printemps et en été sur plusieurs années : Gherzouli, (1998 ; 2005 ; 2008), Boulaacheb, (de 2000 à 2006). Les tableaux ci-dessous, reprennent les listes des espèces suffisamment présentes dans les milieux anthropisés du Djebel Mégriss. Ainsi, une base de données locales de plantes indicatrices d'activités humaines est obtenue et pourra être utilisée lors de l'interprétation des spectres polliniques. La spécification des rangs systématiques de reconnaissance morphopalynologique pour chaque taxon est mentionnée dans les tableaux.

4.1.2.2.1 Plantes associées aux cultures

Le tableau ci-dessous reporte les plantes spécifiquement associées aux cultures qui se trouvent au sud et sud-est du Djebel Mégriss, sur des terrains peu accidentés avec des pentes comprises entre 10% et 15%.

	Familles	Espèces	Rang systématique de reconnaissance morphopalynologique
1	Apiaceae	<i>Bunium bulibocastanum</i> L. <i>Eryngium triquetrum</i> Vahl. <i>Thapsia garganica</i> L.	Famille Famille Famille
2	Asteraceae	<i>Atractylis cancellata</i> Vahl. <i>Carthamus caeruleus</i> (L.) C. Presl <i>Filago germanica</i> L. <i>Filago spathulata</i> Presl. <i>Hypochoeris aetnensis</i> L. <i>Scolymus grandiflorus</i> Desf. <i>Senecio vulgare</i> L. <i>Sonchus arvensis</i> L. <i>Sonchus oleraceus</i> L.	Famille Famille Famille Famille Famille Famille Famille Famille Famille
3	Boraginaceae	<i>Anchusa azurea</i> Mill. <i>Cerithe major</i> L. <i>Cynoglossum cheirifolium</i> L. <i>Cynoglossum creticum</i> Miller. <i>Echium italicum</i> L.	Famille Famille Famille Famille Genre
4	Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medicus <i>Lepidium draba</i> L. <i>Sinapis pubescens</i> L.	Famille Famille Famille
5	Campanulaceae	<i>Specularia falcata</i>	Famille

	Familles	Espèces	Rang systématique de reconnaissance morphopalynologique
6	Dipsacaceae	<i>Scabiosa maritima</i> (L.) Fiori. et Paol.	Genre
7	Fabaceae	<i>Melilotus indicus</i> (L.) All.	Famille
		<i>Scorpiurus muricatus</i> L.	Famille
8	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i> L'Her.	Genre
		<i>Erodium triangulare</i> (Forsk.) Musch	Genre
		<i>Geranium molle</i> L.	Genre
9	Lamiaceae	<i>Phlomis herba venti</i> L.	Famille
		<i>Salvia officinalis</i> L.	Famille
10	Linaceae	<i>Linum usitatissimum</i> L.	Genre
11	Malvaceae	<i>Malope malocoides</i> L.	Famille
12	Papaveraceae	<i>Papaver dubium</i> L.	Genre
		<i>Papaver pinnatifidum</i> Moris	
13	Plantaginaceae	<i>Plantago coronopus</i> L.	Espèce
14	Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Famille
15	Rubiaceae	<i>Asperula hirsuta</i> Desf.	Famille
		<i>Galium saccharatum</i> All.	Famille
16	Scrofulariaceae	<i>Veronica arvensis</i> L.	Famille
		<i>Parentucellia viscosa</i> M.	Famille
17	Valerianaceae	<i>Fedia caput-bovis</i> Pomel.	Famille
		<i>Fedia cornucopiae</i> (L.) Gaertn	Famille

Tableau 4-4. Répartition par familles des taxons relatifs aux cultures du Djebel Mégriss

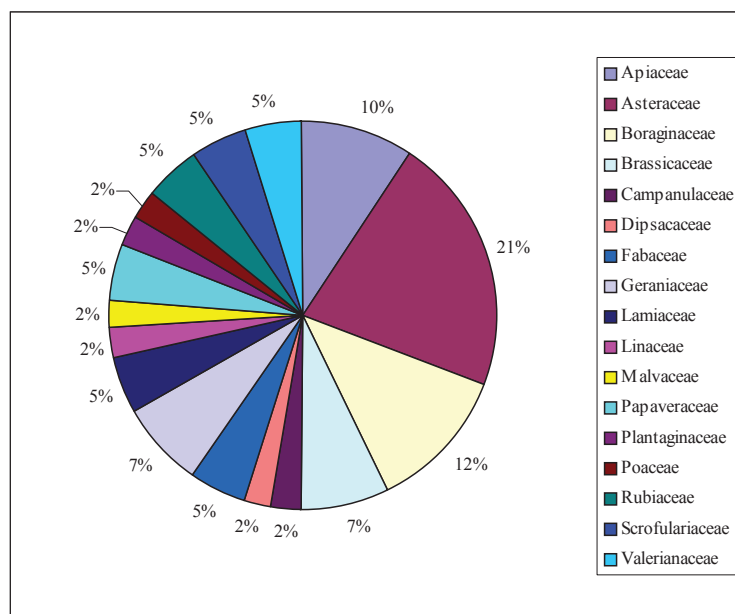


Figure 4-5. Répartition des familles associées aux cultures du Djebel Mégriss

42 espèces, réparties sur dix-sept familles, sont associées aux cultures. Le groupement fonctionnel décrit ici est clairement dominé par les Astéracées (21%), suivi des Boraginacées (12%) et des Apiacées (10%). Les Géraniacées, Scrophulariacées, Brassicacées participent plus modestement à ce cortège (7 et 5%). Les Poacées dont la participation est très modeste, sont représentées par *Cynodon dactylon* qui est un indicateur strict de ce milieu avec les Papavéracées, *Veronica arvensis*, *Linum usitatissimum* et *Filago*. Ce dernier taxon est strictement lié aux cultures de céréales (Brun, 2007). Ce groupe est infiltré par des espèces liées aux pâturages (*Eryngium*, *Scabiosa*, Scrophulariacées), aux pâturages humides (*Galium saccharatum*) et au piétinement (*Salvia officinalis*, *Plantago coronopus*, *Hypochoeris aetnensis*), ainsi que par des espèces rudérales et nitrophiles. La présence de ces dernières dans les milieux de culture reflète correctement les liens étroits qui existent entre les deux groupements. En effet les pressions anthropiques évoluent (rotation des cultures, interruption ou reprises de ces dernières...etc) et des liens dynamiques existent entre les deux groupes (Brun, 2007).

4.1.2.2.2 Plantes associées aux prairies et pâturages

Le tableau ci-dessous, reporte les plantes spécifiquement associées aux prairies et pâturages du Djebel Mégriss. Ces dernières sont des formations végétales méso-hygrophyles dans l'ensemble. On distingue sur le flanc sud entre 1300 et 1700 m d'altitude des prairies mésophiles et sur le flanc nord entre 1200 m et 1600 m d'altitude, des prairies marécageuses, longuement inondées.

	Familles	Espèces	Rang systématique de reconnaissance morphopalynologique
1	Apiaceae	<i>Eryngium campestre</i> L. <i>Eryngium dichotomum</i> Desf. <i>Eryngium triquetrum</i> Vahl.	Famille Famille Famille
2	Asteraceae	<i>Anthemis pedunculata</i> Desf. <i>Anthemis punctata</i> Vahl. <i>Atractylis gummifera</i> L. <i>Carlina involucrata</i> Poiret <i>Centaurea acaulis</i> L. <i>Cichorium intybus</i> L. <i>Crepis vesicaria</i> L. <i>Hioseris radiata</i> L. <i>Jurinea humilis</i> DC. <i>Leontodon tuberosus</i> L. <i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth <i>Santolina rosmarinifolia</i> L. <i>Senecio leucanthemifolius</i> Poiret <i>Tragopogon porrifolius</i> L.	Famille Famille Famille Famille Genre Genre Famille Famille Famille Famille Famille Famille Famille Famille Famille
3	Boraginaceae	<i>Alkanna tinctoria</i> (L.) Tau. <i>Cynoglossum dioscoridis</i> Vill <i>Lithospermum tenuiflorum</i> L. <i>Myosotis collina</i> Hoffm. <i>Myosotis versicolor</i> (Pers.) Smith	Famille Famille Famille Genre Genre
4	Brassicaceae	<i>Biscutella didyma</i> L. <i>Thlapsi perfoliatum</i> L.	Famille Famille

	Familles	Espèces	Rang systématique de reconnaissance morphopalynologique
5	Caryophyllaceae	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill. <i>Paronychia argentea</i> (Pourr.) Lamk. <i>Scleranthus annuus</i> L. <i>Silene gallica</i> L. <i>Silene inflata</i> (Salisb.) Sm.	Famille Genre Famille Famille Famille
6	Crassulaceae	<i>Sedum amplexicaule</i> DC.	Famille
7	Dipsacaceae	<i>Scabiosa semipapposa</i> Salzm.	Genre
8	Fabaceae	<i>Anthyllis tetraphylla</i> L. <i>Anthyllis vulneraria</i> L. <i>Lotus corniculatus</i> L. <i>Lotus edulis</i> L. <i>Medicago orbicularis</i> (L.) All. <i>Ononis reclinata</i> L. <i>Trifolium campestre</i> Schreber <i>Trifolium glomeratum</i> L. <i>Trifolium repens</i> L. <i>Trifolium strictum</i> L. <i>Trifolium tomentosum</i> L.	Famille Famille Genre Genre Famille Famille Genre Genre Genre Genre Genre
9	Iridaceae	<i>Iris sisyrinchium</i> L.	Famille
10	Liliaceae	<i>Allium marginatacum</i> S. et Sm. <i>Allium paniculatum</i> L. <i>Allium roseum</i> L. <i>Anthericum liliago</i> L. <i>Asphodelus aestivus</i> Brot. <i>Ornithogalum umbellatum</i> L. <i>Urginea maritime</i> (L.) Baker	Genre Genre Genre Famille Genre Famille Famille

	Familles	Espèces	Rang systématique de reconnaissance morphopalynologique
11	Linaceae)	<i>Linum strictum</i> L.	Genre
12	Orchidaceae	<i>Himantoglossum hircinum</i> (L.) Spreng.	Famille
		<i>Ophrys atlantica</i> Munby	Famille
		<i>Orchis longicornu</i> Poirét	Famille
		<i>Orchis palustris</i> Jacq	Famille
13	Plantaginaceae	<i>Plantago serraria</i> L.	Genre
14	Poaceae	<i>Alopecurus bulbosus</i> Gouan	Famille
		<i>Avena sterilis</i> L.	Famille
		<i>Bromus hordeaceus</i> L.	Famille
		<i>Bromus rubens</i> L.	Famille
		<i>Elymus caput-medusae</i> L.	Famille
		<i>Hordeum murinum</i> L.	Famille
		<i>Hordeum secalinum</i> Scherb.	Famille
		<i>Phleum pratense</i> L.	Famille
		<i>Poa annua</i> L. subsp <i>exilis</i> (Thomm.) Asch. Et G.	Famille
		<i>Poa bulbosa</i> L.	Famille
15	Resedaceae	<i>Scleropa rigida</i> (L.) Gris.	Famille
		<i>Trisetum flavescens</i> (L.) Beauv.	Famille
16	Rosaceae	<i>Reseda luteola</i> L.	Genre
17	Valerianaceae	<i>Alchemilla arvensis</i> (L.) Scop.	Famille
		<i>Potentilla reptans</i> L.	Genre
		<i>Rosa sicula</i> Tratt.	Famille
		<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	Espèce
18	Valerianaceae	<i>Valerianella morisoni</i> L.	Genre

Tableau 4-5. Répartition des taxons par famille, relatifs aux plantes des pâturages et prairies du Djebel Mégriss

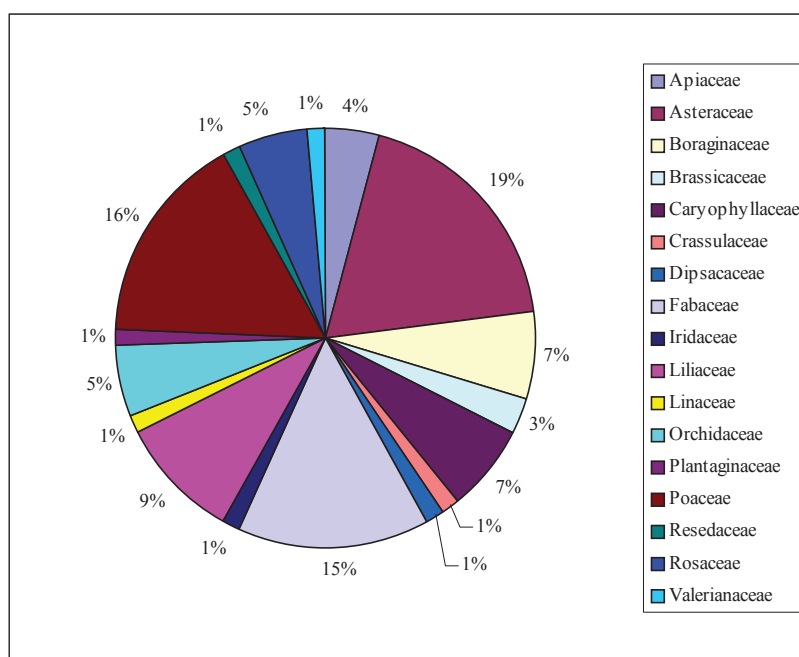


Figure 4-6. Répartition des taxons par familles associées aux pâturages et prairies du Djebel Mégriss

Les plantes indicatrices des espaces prairiaux sont nettement plus abondantes avec 69 espèces, réparties sur 17 familles. La position des Astéracées ici est importante et dominante (19%), suivies par les Poacées (16%) et les Fabacées (15%). Les Liliacées, Caryophyllacées et les Boraginacées sont correctement représentées au sein de ce groupe avec des valeurs comprises entre 9% et 7%. Les Linacées, Plantaginacées, Résédacées et Valérianacées y participent plus faiblement. La présence d'*Ornithogalum umbellatum* et *Asphodelus aestivus* indique une forte action anthropozoïque. *Leontodon tuberosus* et *Alchemilla arvensis* sont des indicateurs stricts de ce groupement. Nous remarquons aussi l'infiltration d'espèces liées aux cultures telles que *Hordeum*, *Avena sterilis* et des espèces nitrophiles telles que *Bromus*, *Hordeum*, *Eryngium*, *Senecio*, *Anthemis* et *Capsella bursa pastoris*. Notons la présence de végétation des milieux piétinés : *Potentilla reptans*, *Alchemilla arvensis*, *Trifolium repens*. Des prairies secondaires, se trouvant sur le flanc nord sur des pentes raides (30% à 60%), semblent être le résultat de modifications entraînées par le pâturage et sont colonisées par *Poa annua*, espèce indicatrice des sols tassés. Selon De Foucault (1984) et Boulaacheb (2009), sous l'influence d'un piétinement intense, les prairies mésophiles tendent à s'ouvrir ce qui réduit la vitalité des espèces vivaces et les communautés s'enrichissent en annuelles. Notons enfin que ce groupement est clairement surpâturé. Son envahissement par *Asphodelus microcarpus* ainsi que la présence d'un bon nombre d'espèces liées à cette pratique en témoignent.

4.1.2.2.3 Plantes associées aux clairières

Le tableau ci-dessous reporte les plantes spécifiquement associées aux clairières, qui correspondent aux matorrals bas qui se trouvent sur les flancs sud et sud-est entre 1400 m et 1700 m d'altitude. Cet habitat se singularise par la présence de Diss (*Ampelodesma mauritanica*) et de *Calycotome spinosa*. Selon Boulaacheb (2005), ce groupement dérive de la dégradation des matorrals arborés à chênes verts.

	Familles	Espèces	Rang systématique de reconnaissance
1	Apiaceae	<i>Thapsia villosa</i> L.	Famille
2	Asteraceae	<i>Centaurea pullata</i> L.	Genre
		<i>Hypochoeris radicata</i> L.	Famille
		<i>Taraxacum levigatum</i> DC.	Famille
3	Brassicaceae	<i>Erysimum aurigeranum</i> Jeanb. Et Timb.-Lagr.	Famille
4	Caryophyllaceae	<i>Silene coeli-rosa</i> (L.) A.Br	Famille
5	Cistaceae	<i>Fumana thymifolia</i> (L.) Verlot	Famille
		<i>Helianthemum cinereum</i> Cav.	Famille
		<i>Helianthemum croceum</i> (Desf.) P.	Famille
		<i>Helianthemum helianthemoides</i> (Desf.) Grosser	Famille
6	Fabaceae	<i>Trifolium angustifolium</i> L.	GENre
		<i>Trifolium juliani</i> Batt.	genre
		<i>Trifolium lappaceum</i> L.	Genre
7	Poaceae	<i>Aegilops triuncialis</i> L.	Famille
		<i>Aegilops ventricosa</i> Tausch	Famille
		<i>Cynosurus cristatus</i> Poirer	Famille
		<i>Echinaria capitata</i> (L.) Desf.	Famille
		<i>Stipa lagascae</i> R. et S.	Famille
		<i>Vulpia geniculata</i> (L.) Link.	Famille
8	Polygonaceae	<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	Genre

Tableau 4-6. Répartition des taxons par famille relatifs aux plantes des clairières du Djebel Mégriss

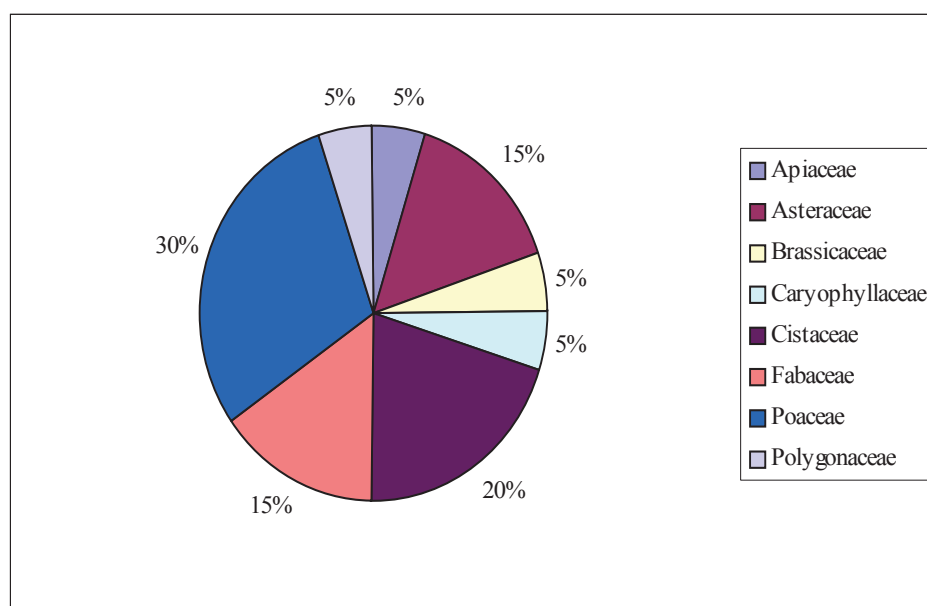


Figure 4-7. Répartition des familles associées aux clairières du Djebel Mégriss

Le groupement fonctionnel caractéristique de ces types de milieux comprend 20 espèces réparties sur 8 familles. Les Poacées sont dominantes. Les Cistacées, les Fabacées et les Astéracées, suivent respectivement avec 20% et 15%. Les Apiacées, les Brassicacées, les Caryophyllacées et les Polygonacées sont plus modestement représentées. Ce groupement marque une grande fréquentation des troupeaux. La présence des espèces liées aux pâturages (*Rumex*, *Trifolium*, *Centaurea*...) et celles indiquant le piétinement (*Hypochoeris radicata*) en témoigne.

4.1.2.2.4 Plantes associées aux friches, chemins et décombres.

Le tableau ci-dessous reporte les plantes spécifiquement associées aux plantes des friches, chemins et décombres, rencontrées à des altitudes différentes dans le Djebel Mégriss.

	Familles	Especes	Rang systématique de reconnaissance morphopalynologique
1	Apiaceae	<i>Daucus carota</i> L.	Famille
2	Asteraceae	<i>Carthamus lanatus</i> L.	Famille
		<i>Centaurea calcitrapa</i> L.	Genre
		<i>Chrysanthemum myconis</i> L.	Famille
		<i>Cirsium echinatum</i> (Desf.) Dc.	Famille
		<i>Crupina vulgaris</i> Cass.	Famille
		<i>Galactites tomentosa</i> (L.) Moench	Famille
		<i>Microlonchus salmanticus</i> (L.) Dc.	Famille
		<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	Famille
		<i>Tolpis virgata</i> Bertol.	Famille
3	Caryophyllaceae	<i>Urospermum dalechampsii</i> (L.) Schmid.	Famille
		<i>Anacyclus tomentosus</i> (Desf.) Pers.	Famille
4	Crassulaceae	<i>Melandryum album</i> (Mill.) Sarke	Famille
5	Malvaceae	<i>Umbilicus pendulinus</i> L.	Famille
5	Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i> L.	Genre

Tableau 4-7. Répartition des taxons par famille et spécification de leur rang systématiques relatifs aux plantes des friches, chemins et décombres du Djebel Mégriss

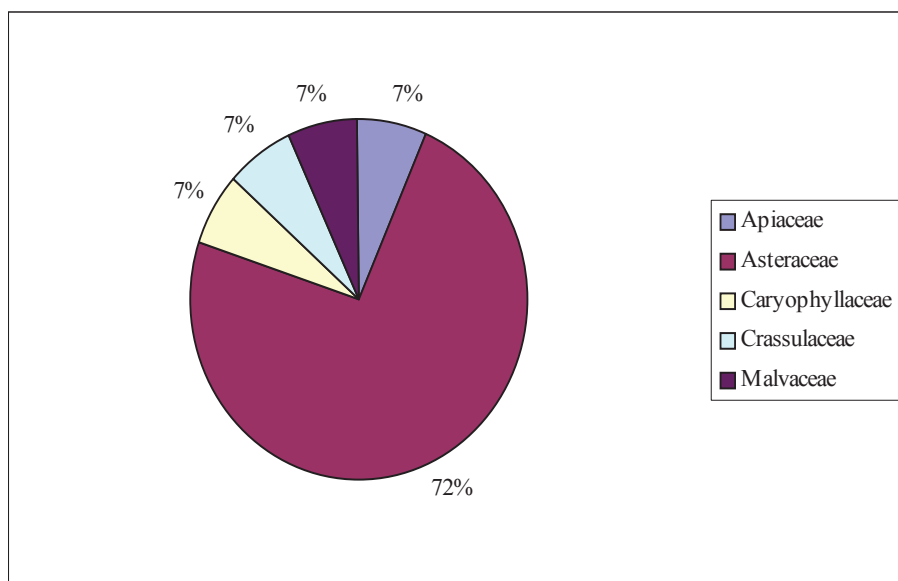


Figure 4-8. Répartition des familles associées aux friches, chemins et décombres du Djebel Mégriss

Le cortège de plantes caractéristiques de ce groupement, comprend 15 espèces, réparties dans 5 familles. Les Astéracées dominent avec plus de 70% accompagnées d'espèces rudéro-nitrophiles telles que *Malva sylvestris* et *Cirsium echinatum*...

4.1.2.2.5 Tableau des plantes associées aux pelouses

Le tableau ci-dessous reporte les plantes spécifiquement associées aux pelouses qui correspondent aux formations végétales thermophiles rencontrées dans les parties chaudes du Djebel entre 1300 m et 1700 m d'altitude. On distingue les pelouses mesoxérophiles (constituées essentiellement de vivaces) entre 1450 m et 1730 m d'altitude au nord, sud et est sur des terrains peu à moyennement accidentés et des pelouses fermées à 1600 m.

	Familles	Espèces	Rang systématique de reconnaissance morphopalynologique
1	Apiaceae	<i>Ammoides atlantica</i> (Coss. Et Dur.) Wolf.	Famille
2	Asteraceae	<i>Bellis annua</i> L.	Famille
		<i>Echinops spinosus</i> L.	Genre
		<i>Evax pygmaea</i> (L.) Brot.	Famille
		<i>Hieracium pseudopilosella</i> Ten.	Famille
		<i>Leontodon cichoraceus</i> (Ten.) Sang.	Famille
3	Campanulaceae	<i>Jasione humilis</i> Lois.	Genre
4	Caryophyllaceae	<i>Cerastium pumilum</i> L.	Genre
		<i>Minuartia tenuifolia</i> (L.) Hiern	Famille
		<i>Sagina apetala</i> Ard.	Famille
		<i>Tunica illyrica</i> (Ard.) Fisch. et Meg.	Famille
5	Dipsacaceae	<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.	Genre
		<i>Scabiosa stellata</i> L.	Genre
6	Gentianaceae	<i>Centaurium umbellatum</i> (Gibb.) Beck	Famille
7	Lamiaceae	<i>Brunella laciniata</i> L.	Famille
		<i>Brunella vulgaris</i> L.	Famille
		<i>Phlomis crinita</i> Cav.	Famille
		<i>Satureja granatensis</i> (B. et R.) R.Fern.	Famille
		<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	Genre
		<i>Thymus hirtus</i> Willd.	Famille
		<i>Thymus numidicus</i> Poiret	Famille

	Familles	Espèces	Rang systématique de reconnaissance morphopalynologique
8	Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> L.	Espèce
9	Rosaceae	<i>Filipendula hexapetala</i> Gibb. <i>Potentilla pensylvatica</i> I.	Famille Genre
10	Scrofulariaceae	<i>Linaria heterophylla</i> Desf. <i>Linaria simplex</i> DC. <i>Parentucellia latifolia</i> (L.) Caruel <i>Verbascum blattaria</i> L.	Famille Famille Famille genre

Tableau 4-8. Répartition des taxons par famille et spécification de leurs rangs systématiques relatifs aux plantes des pelouses du Djebel Mégriss

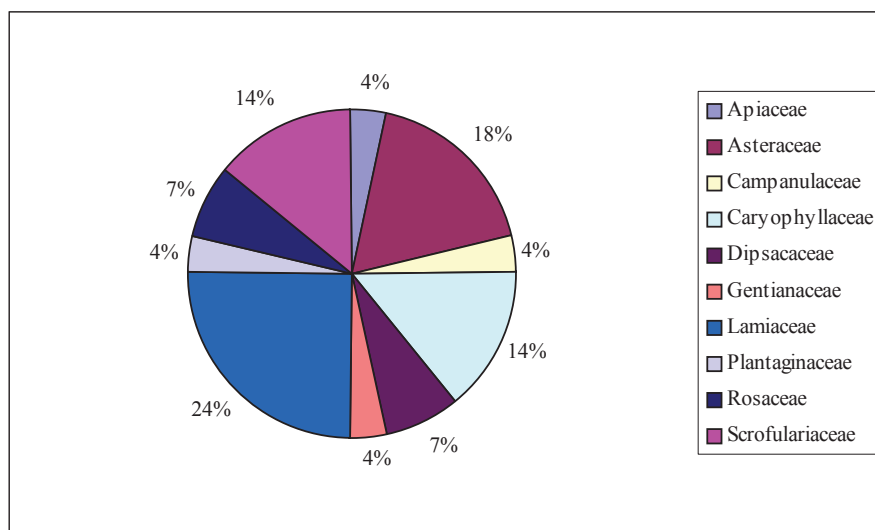


Figure 4-9. Répartition des familles associées aux plantes des pelouses du Djebel Mégriss

Ce groupement présente une diversité assez intéressante. IL comprend 28 espèces appartenant à 10 familles. Les Lamiacées sont dominantes avec 24%, suivi des Asteracées (18%), des Caryophyllacées et des Scrophulariacées avec 14% chacune. Les Rosacées et les Dipsacacées présentent 7%. Enfin les Plantaginacées, les Gentianacées, les Campanulacées et les Apiacées sont faiblement présentes avec 4%. Ce groupement est soumis à une forte action anthropozoïque, ainsi qu'en témoigne la présence d'espèces liées aux pacages et au piétinement. Des rudérales et des nitrophiles sont aussi rencontrées: *Centaurium umbellatum*, *Potentilla pensylvatica*, *plantago lanceolata*, *Leontodon cichoraceus*. Aussi, avons-nous relevé la présence de *Minuartia tenuifolia* et *Tunica illyrica* qui sont des espèces indicatrices d'ouverture du milieu, ce qui traduit ici, le passage des pelouses structurées vers des formations ouvertes dont la physionomie est marquée par des espèces de pâturage et de rocaille (Boulaacheb, 2009).

4.1.2.3 Discussion

Pour une meilleure lisibilité des résultats, un tableau récapitulatif (4-9) reprend la répartition des différentes familles rencontrées dans les différents milieux anthropisés : **A)** Cultures; **B)** Prés, prairies et pâturages ; **C)** Clairières ; **D)** Friches, chemins et décombre ; **E)** Pelouses.

Familles / Milieux	A	B	C	D	E
Asteraceae	21%	19%	15%	72%	18%
Apiaceae	10%	4%	5%	7%	4%
Boraginaceae	12%	7%			
Brassicaceae	7%	3%	5%		
Campanulaceae	2%				4%
Caryophyllaceae		7%	5%	7%	14%
Cistaceae			20%		
Crassulaceae		1%		7%	
Dipsacaceae	2%	1%			7%
Fabaceae	5%	15%	15%		
Gentianaceae					4%
Geraniaceae	7%				
Iridaceae		1%			
Lamiaceae	5%				24%
Liliaceae		9%			
Linaceae	2%	1%			
Malvaceae	2%			7%	
Orchidaceae		5%			
Papaveraceae	5%				
Plantaginaceae		1%			4%
Poaceae	2%	16%	30%		
Polygonaceae	2%		5%		
Resedaceae		1%			
Scrofulariaceae	5%				14%

Tableau 4-9. Fréquences des familles présentes dans les différents milieux anthropisés du Djebel Mégriss

Cette étude nous a permis d'isoler des communautés végétales caractéristiques des milieux anthropisés du Djebel Mégriss. En tout 23 familles recensées occupent avec des taux différents ces groupements. Les Astéracées sont rencontrées dans tous les milieux. Dominantes dans le groupe des friches chemins et décombres (D), avec plus de (72%), elles sont représentées exclusivement par des Asteroidées. Dans les prairies et les pelouses il y a plus d'Asteroidées que de Cichorioidées. Ces dernières sont dominantes dans le groupe des clairières. Les Apiacées sont plus présentes dans les cultures (A) avec 10%. Ce groupe abrite aussi le plus grand nombre de Boraginacées avec 12%. Les Cistacées ne sont présentes que dans les clairières (C). Les Fabacées occupent avec la même fréquence (15%), à la fois les prés, prairies et pâturages (B) et les clairières (C). Les Lamiacées avec 24% dominent les pelouses (E). Et enfin, les Poacées avec 30%, participent avec force au groupement des clairières (C).

Les milieux pastoraux : Ce milieu est représenté à la fois dans le groupe E, qui dans un contexte ouvert comprends les sites des pelouses, et le groupe B qui comprend les prairies humides et pâturées. Il est défini par une végétation herbacée qui renseigne à la fois sur le type d'activité ici pastorale et sur le degré d'ouverture du milieu. Les Lamiacées, les Astéracées, les Caryophyllacées, les Poacées, les Fabacées et les Scrofulariacées semblent être les taxons les plus caractéristiques des milieux pastoraux dans le Djebel Mégriss. Les Astéracées sont présents dans la plupart des milieux ce qui tient à l'importance floristique que cette famille englobe. Ce sont donc des indicateurs généraux de l'anthropisation. Toutefois, les Asteroidées semblent être plus associés aux milieux pastoraux que les Cichorioidées. Ces dernières sont associées aux milieux ouverts. Les Lamiacées et les Scrofulariacées indiquent par contre une présence exclusive dans les pelouses pastorales. Ils peuvent par conséquent en être les indicateurs potentiels. Aussi, la forte représentation des Caryophyllacées ici (*Minuartia tenuifolia* et *Tunica illyrica*) indique le passage des pelouses structurées vers des formations ouvertes dont la physionomie est marquée par des espèces de pâturage et de rocaille (Boulaacheb, 2009). Les Poacées indiquent une ouverture du milieu et on les trouve dans les prairies pâturées et dans le groupe des clairières. *Poa annua* tout comme *Hypochoeris* sont des indicateurs de sols piétinés. Nous les retrouvons dans les pelouses pastorales. *Plantago lanceolata*, *Rumex bucephalophorus* et *Eryngium*, semblent être des marqueurs de pastoralisme mais indiquent aussi une ouverture du milieu. Ces taxons avec *Bromus hordeaceus*, *Ornithogalum umbellatum*, *Leontodon tuberosus*, *Hordeum*, *Centaureum umbellatum*, *Potentilla pensylvatica*, *Filipendula hexapetala*...) sont représentatifs de milieux anthropisés au sens large.

Les Milieux ouverts : Ce type de milieu est représenté à la fois par le groupe des pelouses et celui des clairières situées à proximité des matorrals à *Rhamnus alaternus*. Les taxons qui définissent ce groupe sont caractéristiques des milieux pâturés ouverts (*Helianthemum*, Poacées, Asteroidées).

Les milieux cultivés : L'agriculture n'est pas la pratique la plus répandue dans le Djebel Mégriss. Les principaux marqueurs des prairies mises en culture sont les Papavéracées, *Cynodon dactylon*, *Hordeum* et *Avena*. Ces deux derniers taxons ont été relevés dans le groupe des prairies. Ce qui prouve encore une fois l'évolution des pressions anthropiques. Les Astéracées participent efficacement à ce groupe ainsi que les Boraginacées et les Apiacées.

L'interprétation des marqueurs d'anthropisation dans le Djebel Mégriss, se trouve confrontée à des observations semblables ou différentes par rapport à des études menées en Europe du Nord et du Sud. Ainsi, à l'instar de nos remarques, (Mazier *et al.*, 2006), dans les Pyrénées françaises et (Hjelle, 1999) dans l'Europe du nord, s'accordent à associer les Astéroïdées aux communautés pastorales. Faure (2012) et Court-Picon *et al.*, (2005) décrivent les Poacées comme marqueurs d'un gradient d'ouverture plus que caractéristiques d'une action anthropique, alors qu'ils sont positionnés dans nos résultats à la fois comme pastoraux et d'ouverture. La caractérisation de *Galium* et de *Rumex* est difficile d'établir dans le cadre de notre étude car ils semblent être caractéristiques des cultures et des clairières, alors que dans les travaux de Gaillard *et al.*, (1992), Mazier *et al.*, (2006) et Faure (2012), *Galium* est associé aux milieux pastoraux. Dans nos résultats, les Apiacées (représentées dans la plupart des cas par le genre *Eryngium*) caractérisent les pâturages et les cultures. Le cas des Liliacées est intéressant, car assez représentatif des prairies humides pâturées, et pourraient en être indicateurs. Selon Aimé *et al.*, (1986), *Asphodelus microcarpus* est une espèce indicatrice de surpâturage. Cette espèce colonise tout le Djebel Mégriss.

4.1.2.4 Conclusion

En se fondant sur les inventaires floristiques et leur interprétation écologique, l'étude de la végétation actuelle du Djebel Mégriss nous a permis d'identifier, dans un contexte anthropisé, plusieurs taxons caractéristiques indicateurs d'activités humaines qui nous permettront de guider les interprétations de nos séquences polliniques fossiles. L'identification morphopollinique, difficile aux niveaux spécifiques et générique, nous a poussé à constituer des groupements fonctionnels caractéristiques des différents milieux anthropisés basés sur le rang des familles. Ce rang de reconnaissance morphopollinique est le plus courant pour les herbacées (Miras, 2004). Toutefois, cette liste qui est loin d'être exhaustive, se heurte à de nombreuses limites car il ne s'agit là que d'une désignation de plantes ou de familles qui reflètent certaines pratiques. La caractérisation pollinique de tous ces groupements et la construction d'un référentiel pollinique locale par le biais de l'étude de la pluie pollinique actuelle et des analogues actuels est une étape indispensable pour l'interprétation des spectres fossiles. Pour des raisons évidentes de temps nous n'avons pas pu pousser notre démarche aussi loin que nous l'aurions souhaité. Aussi, du fait d'un échantillonnage restreint, la liste des marqueurs de l'anthropisation que nous proposons dans ce travail, ne reflète pas la diversité des

milieux du Djebel Mégriss. Enfin, l'indigence des travaux sur les analogues actuels en Algérie et plus largement en Afrique du nord, pose une limite à l'interprétation de nos données. Ceci dit cet exercice est possible à la lumière des travaux réalisés dans le sud de l'Europe (Galop, 1998 ; Mazier *et al.*, 2006 ; 2009 ; Brun, 2007 ; Court-Picon *et al.*, 2005 ; 2006 ; Faure, 2012...). Un prolongement des recherches sur les analogues actuels en Algérie est à prioriser.

Néanmoins, et nonobstant les limites évoquées, les résultats obtenus dans le cadre de ce travail, montrent une bonne correspondance entre les communautés végétales et les types de milieux inventoriés. Ainsi, une succession dans le degré d'ouverture des milieux et une caractérisation des pratiques sont bien définies. On passe alors de milieux semi-ouvert (matorrals bas) à des espaces totalement ouvert (caractéristiques du Djebel Mégriss) pâturés et très peu cultivés.

Taxons	Cortège de cultures	Cortèges Rudéro-nitrophiles	Cortèges pastoraux		Piétinement
			Gradient d'ouverture +	Gradient d'ouverture -	
<i>Alchemilla</i>					
<i>Anthemis</i>					
Apiaceae					
Asteraceae					
Cichorioideae					
<i>Asphodelus</i>					
Boraginaceae					
Brassicaceae					
<i>Bromus</i>					
Campanulaceae					
<i>Capsella-bursa pastoris</i>					
Caryophyllaceae					
Cistaceae					
<i>Cirsium</i>					
<i>Cynodon dactylon</i>					
Dipsacaceae					
<i>Eryngium</i>					

Taxons	Cortège de cultures	Cortèges Rudéro-nitrophiles	Cortèges pastoraux		Piétinement
			Gradient d'ouverture +	Gradient d'ouverture -	
Fabaceae					
<i>Filago</i>					
<i>Filipendula</i>					
<i>Galium</i>					
<i>Hypochoeris</i>					
Lamiaceae					
Liliaceae					
<i>Linum usitatissimum</i>					
Papaveraceae					
<i>Plantago coronopus</i>					
<i>Plantago lanceolata</i>					
<i>Poa annua</i>					
Poaceae					
<i>Potentilla</i>					
Rubiaceae					
<i>Rumex</i>					
<i>Scabiosa</i>					
<i>Salvia</i>					
<i>Sanguisorba minor</i>					
Scrofulariaceae					
<i>Trifolium repens</i>					
<i>Verbascum</i>					
<i>Veronica arvensis</i>					

Tableau 4-10. Liste des taxons indicateurs d'anthropisation dans le Djebel Mégriss

4.1.3 La relation pluie pollinique/végétation actuelle

Le Djebel Mégriss est riche en mares temporaires qui hébergent des espèces rares et menacées (Gherzouli, 2005; Boulaacheb, 2009). Dans le but de connaître l'origine et la dynamique de ces écosystèmes, nous avons entrepris l'étude palynologique d'un profil sédimentaire de la plus grande mare connue à ce jour dans le djebel (la mare Madjen El Hnech (fig. 4-10). Pour mieux interpréter les données fossiles et reconstituer la végétation passée, il est important de définir la relation actuelle entre la pluie pollinique et la végétation actuelle (Anderson, 1970 ; Birks, 1972 ; Damblon, 1979, 1981 ; Mazier, 2006). Des spectres polliniques de surface ont été prélevés dans cette mare et comparés à un inventaire floristique, afin d'évaluer l'enregistrement pollinique de la végétation hydrophytique locale. Le but de cette étude est de connaître avec quelle précision sont enregistrées la composition et la structuration de la végétation de la mare dans les assemblages polliniques de surface. Cela nous permettrait d'isoler les taxons hydrophytiques pouvant servir d'indicateurs.

4.1.3.1 Méthodes

4.1.3.1.1 Site d'étude et stratégie d'échantillonnage

La mare Madjen El Hnech (mare aux serpents) est la plus grande connue à ce jour dans le Djebel Mégriss (Gherzouli, 2005 ; Boulaacheb, 2009). D'une circonférence de 440 m, elle se trouve au milieu d'un paysage asylvatique dominé par des pelouses pastorales. Visitée le 26 août 2008, le centre de la mare était encore en eau. Alimentée par un oued et les eaux de ruissellement, elle joue un rôle de bassin captant, récupérant les eaux et les sédiments puisqu'elle se trouve au pied d'une falaise (Boulaacheb *et al.*, 2009, 2011). La mare est riche en espèces hygrophiles et amphibies.

Située dans un secteur peu habité, les habitants sont concentrés dans le village qui se trouve au pied du Djebel. Toutefois, elle est très fréquentée même si elle est difficile d'accès. Nous avons rencontré sur place des bergers qui nous ont confié qu'en plus de l'utilisation de la mare comme abreuvoir, ils utilisent la végétation comme fourrage et arrachent le rubanier¹ (*Sparganium sp*) pour faire les toitures des maisons. L'eau est utilisée pour l'irrigation de cultures de pomme de terre. Fort logiquement, toutes ces utilisations ne sont pas sans conséquences car beaucoup de déchets se retrouvent dans la mare et les plantes sont régulièrement piétinées et broutées.

¹ Le Rubanier, (*Sparganium sp.*), est utilisée pour la construction de toitures. Sa récolte régulière peut aussi éliminer toute la végétation herbacée présente dans l'eau.

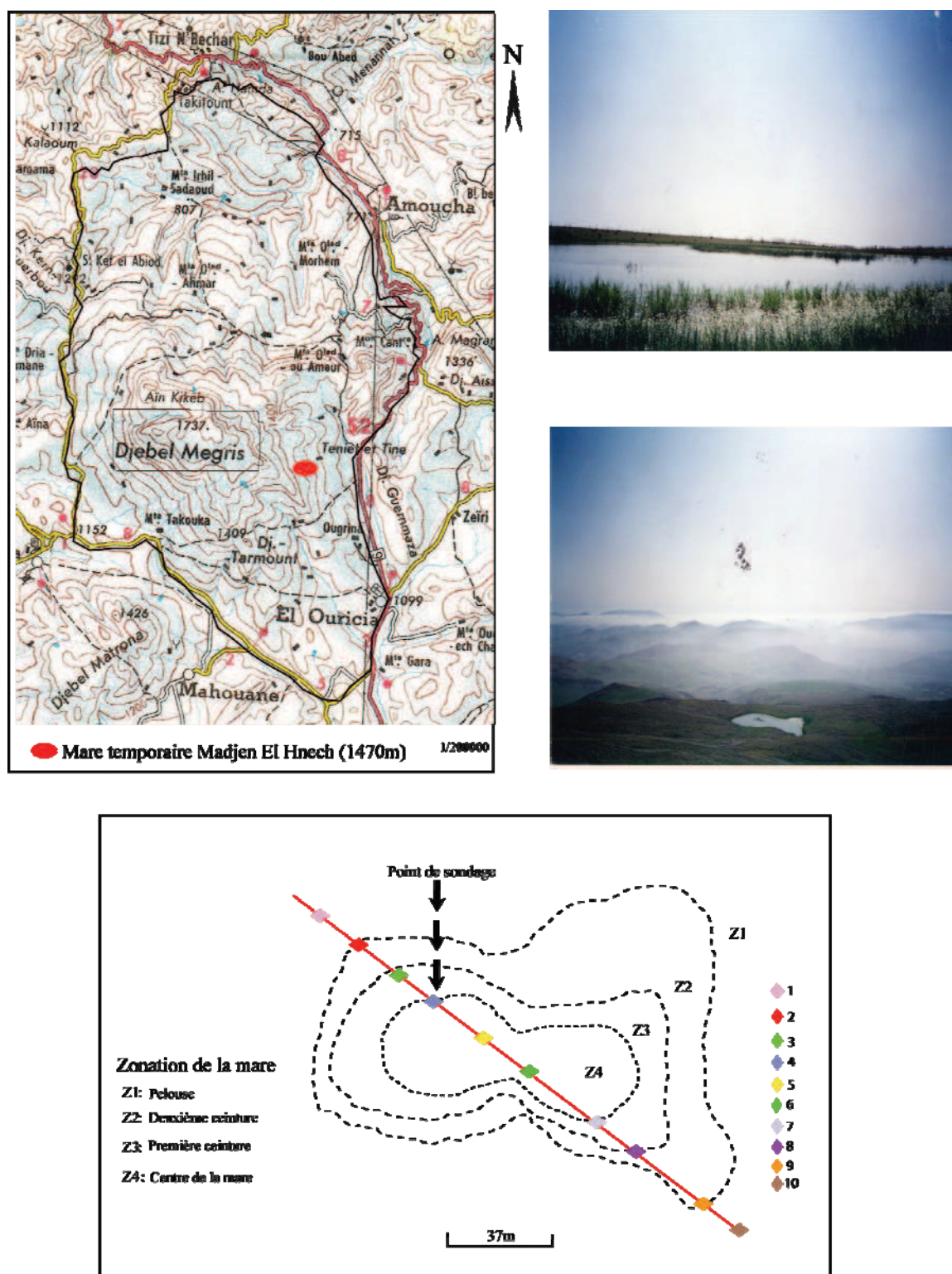


Figure 4-10. Carte de localisation et photographies de la mare Madjen El Hnech (Djebel Mégriss, Sétif, Constantinois). Croquis de la structure de la végétation et des points de prélèvement des sédiments de surface

4.1.3.1.2 Inventaire de la végétation

La végétation de la mare a fait l'objet d'un seul inventaire réalisé en mai 2008. Il faut dire que ce dernier est loin d'être exhaustif ce qui pose déjà une limite à ce travail. En effet, en raison des caractéristiques fonctionnelles des mares temporaires à savoir l'alternance des phases sèches et des phases inondées, la végétation est successivement dominée par différents types de végétaux, il est donc important de réaliser des inventaires de végétation sur plusieurs cycles pour avoir une liste complète. Ce travail n'a pu malheureusement se faire pour des raisons de temps et d'accessibilité au terrain. Toutefois, cet inventaire nous guidera lors de l'interprétation des spectres polliniques de surface. Le tableau 4-11, reporte les espèces rencontrées au printemps 2008. Les fréquences des plantes sont notées selon leur abondance. La répartition des taxons au niveau des différentes ceintures constituant la mare est également notée. Une enquête auprès des bergers et de quelques habitants du Djebel Mégriss, nous a permis de déterminer l'utilisation de quelques plantes.

Famille /Espèces	Fréquence	Répartition	Utilisation	Taxon pollinique
Alismataceae - <i>Alisma plantago aquatica</i>	R	Centre	Fourragère	<i>Alisma</i> -type
Apiaceae - <i>Oenanthe virgata</i>	Abt	Première ceinture	Fourragère /Comestible	Apiaceae
Cyperaceae - <i>Carex leparina</i> - <i>Scirpus palustris</i>	Abt R	Première ceinture Première ceinture	Fourragère /	Cyperaceae Cyperaceae
Lamiaceae - <i>Mentha aquatica</i>	Abt	Première ceinture	Médicinale	Lamiaceae
Liliaceae - <i>Asphodelus microcarpus</i>	Abt	Deuxième ceinture	Médicinale	<i>Asphodelus</i> -type
Polygonaceae - <i>Rumex conglomeratus</i>	R	Deuxième ceinture	Comestible	<i>Rumex</i> -type

Famille /Espèces	Fréquence	Répartition	Utilisation	Taxon pollinique
Plantaginaceae <i>-Plantago coronopus</i> <i>-Plantago lanceolata</i>	R	Deuxième ceinture Première ceinture	Fourragère	<i>Plantago</i> -type <i>Plantago lanceolata</i>
Poaceae <i>-Alopecurus bulbosus</i> <i>-Glyceria fluitans</i>	P Abt	Première ceinture Centre	Fourragère Fourragère	Poaceae Poaceae
Renonculaceae <i>-Ranunculus aquatilis</i> <i>-Ranunculus lateriflorus</i> <i>-Ranunculus ophioglossifolius</i>	Abt P P	Centre Première ceinture Deuxième ceinture	Médicinale Médicinale Médicinale	Renonculaceae Renonculaceae Renonculaceae
Rosaceae <i>Potentilla reptans</i>	P	Deuxième ceinture	Médicinale	<i>Potentilla</i> -type
Rubiaceae <i>Galium palustre</i>	P	Deuxième ceinture		<i>Galium</i> -type
Typhaceae <i>Sparganium erectum</i>	Abt	Centre	Construction	<i>Sparganium</i> -type

Tableau 4-11. Taxons recensés dans la mare Madjen El Hnech avec leur fréquences : Abt, Abondante ; R, Rare ; P, Présente

4.1.3.1.3 Les assemblages polliniques

10 échantillons de sédiments de surface ont été prélevés le long d'un transect traversant les différentes ceintures de la mare. L'extraction pollinique a été réalisée sur des volumes de 1cm³ pour tous les échantillons selon le protocole exposé dans (Moore *et al.*, 1991). Les analyses et comptages ont été effectués sous microscope (X 400). Un minimum de 300 grains de pollen a été compté. La détermination des grains de pollen et des spores a été facilitée par l'utilisation de clés de détermination (Faegri et Iversen, 1989 ; Moore *et al.*, 1991; Beug, 2004), des atlas photographiques (Reille, 1992), ainsi qu'à partir de la collection de référence du laboratoire. Le traitement de données et le traçage du diagramme pollinique ont été réalisés avec les logiciels TILIA (2.0) et TG View (2.0.) (Grimm 1991-1993). Les résultats sont exprimés en valeurs relatives par rapport à une somme pollinique comprenant l'ensemble des plantes. Des groupes polliniques ont été définis et présentés sous forme d'un diagramme simplifié.

4.1.3.1.4 Analyse des données

Structuration de la végétation

Dans la mare, la distribution et la structuration des espèces végétales sont déterminées par un gradient hydrologique. Ainsi le tableau 4-12, reprend les types biologiques des espèces rencontrées.

Terrestres	Amphibies	Aquatiques
<i>Alopecurus bulbosus</i>	<i>Mentha aquatica</i>	<i>Alisma plantago aquatica</i>
<i>Asphodelus microcarpus</i>	<i>Ranunculus lateriflorus</i>	<i>Glyceria</i>
<i>Galium palustre</i>	<i>Carex leparina</i>	<i>Ranunculus aquatilis</i>
<i>Oeunanthé virgata</i>	<i>Scirpus palustris</i>	<i>Sparganium erectum</i>
<i>Plantago coronopus</i>		
<i>Plantago lanceolata</i>		
<i>Potentilla reptans</i>		
<i>Ranunculus ophioglossifolius</i>		
<i>Rumex conglomeratus</i>		

Tableau 4-12. Types biologiques des différentes espèces rencontrées dans la mare Madjen El Hnech (Djebel Mégriss)

Les assemblages polliniques

Pour décrire de façon plus simplifiée la structuration de notre végétation, nous avons eu recours aux méthodes d'analyses multivariées et notamment à l'Analyse Factorielle des Données (AFC). Le choix s'est porté sur cette analyse car c'est celle qui convenait le mieux à la nature de nos données. Les résultats ont été ensuite soumis à une CAH (Classification Ascendante Hiérarchique, qui est complémentaire à l'AFC (Braun-Blanquet, 1932 ; Sanders, 1989 ; Escoffier, 1998, Ramade, 2003 ; Boulaacheb, 2009). Ce travail a été réalisé en utilisant le logiciel Statistica.7

4.1.3.2 Résultats

4.1.3.2.1 Structure de la végétation

Le fonctionnement hydrologique de la mare avec les différentes variables écologiques (hauteur d'eau, durée d'inondation) et les perturbations anthropiques (pollution, pâturage), déterminent la répartition de la végétation hygrophile (Grillas *et al.*, 2004 ; Rhazi *et al.*, 2006). Ainsi au cours d'un cycle hydrologique, la mare est dominée par différents types de végétaux : des plantes aquatiques durant la phase de mise en eau, des amphibies lors de la phase d'assèchement et des terrestres lors de la phase exondée. Aussi, dans ce type de milieu la végétation présente-t-elle une répartition spatiale en ceintures déterminées par des gradients hydrologiques et topographiques définissant une zonation concentrique. Trois ceintures sont reconnues (Grillas *et al.*, 2004 ; Rhazi *et al.*, 2006) : une ceinture centrale, une ceinture intermédiaire et, à la marge, une ceinture externe.

17 espèces appartenant à 12 familles ont été recensées lors de l'inventaire réalisé en mai 2008. Le centre de la mare est dominé par des espèces aquatiques (*Alisma plantago aquatica*, *Glyceria fluitans*, *Sparganium erectum* et *Ranunculus aquatilis*) ; la ceinture intermédiaire est principalement composée par *Mentha aquatica*, *Ranunculus lateriflorus* et des Cypéracées. Enfin, la ceinture externe est caractérisée par des espèces terrestres (*Asphodelus microcarpus*, *Rumex conglomeratus*, *Plantago coronopus*, *Galium palustre*). Cette dernière qui correspond à la zone sèche compte le plus grand nombre d'espèces, suivie de la ceinture intermédiaire.

Dans son étude sur la végétation des zones humides du Djebel Mégriss, Boulaacheb (2009) a déterminé plus de 90 espèces appartenant aux mares temporaires, dont quelques unes sont retenues comme rarissimes (*Pulicaria sicula*, *Lythrum hyssopifolia*, *Potamogeton densus*, *Butomus umbellatus*, *Rumex algeriensis*...). Nous nous appuyons sur cette liste, en plus de nos résultats, pour l'interprétation des séquences fossiles et des assemblages pollinique de surface. Les travaux réalisés

sur des mares temporaires au Maroc (Rhazi *et al.*, 2006 ; Amami, 2010) peuvent être quant à eux utilisés pour établir des points de similitude ou de divergence.

4.1.3.2.2 Les assemblages polliniques de surface

4.1.3.2.2.1 Le diagramme pollinique

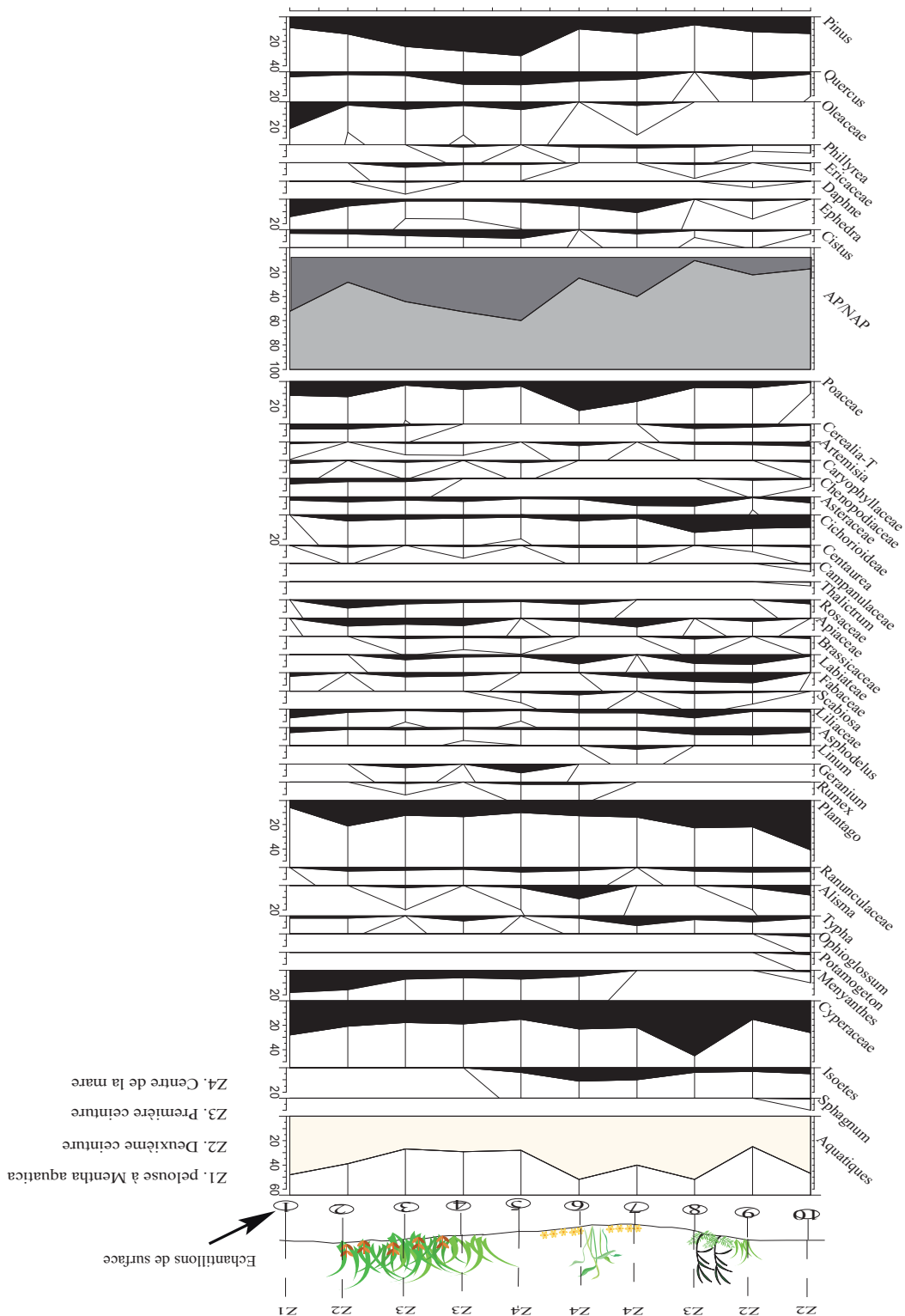
Le diagramme des assemblages polliniques de surface présenté dans la (fig.4-11), montre que les taxons terrestres (Cichorioidées, *Cerealia* type, *Asphodelus*, Fabacées,...) sont représentés avec des fréquences élevées sur les marges de la mare. Les taxons arboréens (Oléacées, *Pinus*, *Quercus*) résultants d'apports polliniques lointains, marquent une plus grande fréquence au centre. La zone intermédiaire connaît une chute des Poacées et marque l'augmentation des plantains, des Astéroïdes et surtout des Cypéracées. Le centre est dominé par les taxons aquatiques (*Alisma*, les Poacées, *Typha* et *Isoetes*).

Des groupes polliniques ont été définis et présentés sous forme d'un diagramme simplifié (fig.4-12). Les taxons inclus dans chaque groupe sont détaillés dans le tableau (4-13). Les spectres polliniques sont largement dominés par les Cypéracées qui atteignent les 40% au niveau de la deuxième ceinture. Les grains de pollens correspondant aux communautés végétales liées à la mare sont bien enregistrés. Ces dernières atteignent près de 60% par endroit, représentées surtout par *Alisma*-type, *Typha*-type, les Poacées et *Menyanthes*. *Plantago lanceolata* présente des pourcentages assez élevés, ce qui peut être due à sa pollinisation anémogame. Les espèces ligneuses, *Quercus* et les Oléacées sont présents bien qu'ils se trouvent assez loin de la mare. *Pinus* résulte d'un apport lointain.

Taxon	Code	Type biologique
<i>Alisma-type</i>	Ali	Am
<i>Asphodelus-type</i>	Asp	Te
Apiaceae	Api	Te
<i>Artemisia</i>	Art	Te
Brassicaceae	Bra	Te
Campanulaceae	Cam	Te
Caryophyllaceae	Car	Te
<i>Centaurea</i>	Cen	Te
<i>Cerealia-type</i>	Cer	Te
Chenopodiaceae	Che	Te
Cichorioideae	Chi	Te
<i>Cistus</i>	Cis	Te
Cyperaceae	Cyp	Am
<i>Daphne</i>	Dap	Te
<i>Ephedra</i>	Eph	Te
Ericaceae	Eri	Te
Fabaceae	Fab	Te
<i>Geranium</i>	Ger	Te
<i>Isoetes</i>	Men	Aq
<i>Linum</i>	Lin	Te
Liliaceae	Lil	Te
<i>Menyanthes</i>	Men	Aq
Oleaceae	Ole	T
<i>Ophioglossum</i>	Oph	Aq

Taxon	Code	Type biologique
<i>Phillyrea</i>	Phi	T
<i>Pinus</i>	Pin	T
<i>Plantago</i>	Pla	T
Poaceae	Poa	T/Aq
<i>Potamogeton</i>	Pot	Aq
<i>Quercus</i>	Que	T
Renunculaceae	Ren	T/Aq/Am
Rosaceae	Ros	T
<i>Rumex</i>	Rum	T
<i>Scabiosa</i>	Sca	T
<i>Sphagnum</i>	Sph	Am
<i>Thalictrum</i>	Tha	Am
<i>Typha</i>	Typ	Am

Tableau 4-13. Liste des taxons recensés dans les assemblages polliniques de surface de la mare Madjen El Hnech (Djebel Mégriss). Type biologique : Te : Terrestre ; Am : Amphibie ; Aq : Aquatique



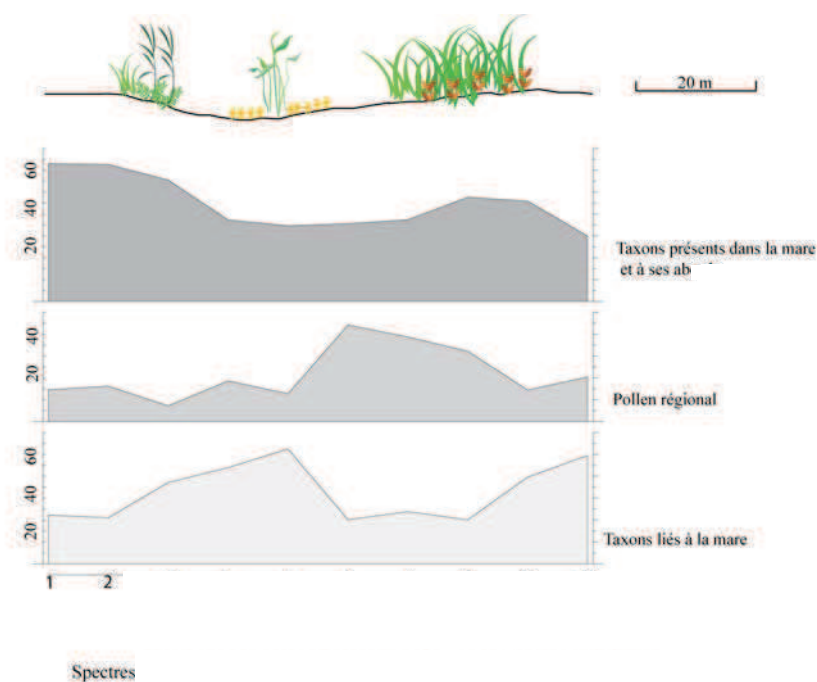


Figure 4-12. Diagramme pollinique simplifié des sédiments de surface de la mare Madjen El Hnech (Djebel Mégriss, Sétif, Constantinois)

Groupes écologiques	Taxons
Taxons spécifiques à la mare	<i>Isoetes</i> , <i>Sphagnum</i> , Cyperaceae, <i>Menyanthes</i> , <i>Potamogeton</i> , <i>Ophioglossum</i> , <i>Typha</i> , <i>Alisma</i> , <i>Ranunculus</i> , <i>Mentha aquatica</i> , <i>Glyceria fluitans</i>
Taxons locaux à proximité de la mare	Asteroideae, Rosaceae, Geraniaceae, Apiaceae, Campanulaceae, Fabaceae, Liliaceae, <i>Rumex</i> , <i>Linum</i> , Brassicaceae, <i>Plantago</i> , <i>Cistus</i> , <i>Ephedra</i>
Taxons d'apport lointain, non lié à la mare	<i>Pinus</i> , <i>Quercus</i> , Oleaceae, Ericaceae

Tableau 4-14. Groupements écologiques des taxons polliniques de surface de la mare Madjen El Hnech

4.1.3.2.2.2 L'analyse factorielle

Les spectres polliniques de surface ont été traités en utilisant l'analyse factorielle des correspondances (AFC) à l'aide du logiciel Statistica. L'analyse factorielle des correspondances permet d'individualiser des groupements végétaux (Ramade, 2003). Cette méthode d'ordination est adaptée aux tableaux de contingence. L'AFC a été réalisée avec 39 taxons polliniques, les deux premiers axes expriment environ 51.55 % de la variance totale (fig.4-13), et montrent que la végétation y est organisée selon un gradient hydrologique, depuis un pôle humide caractérisé par *Potamogeton*, *Isoetes* et les Cypéracées vers un pôle sec caractérisé par *Linum* ou les Géraniacées. Les plans factoriels 1-3 et 2-3 confirment cette distribution (fig 4-14).

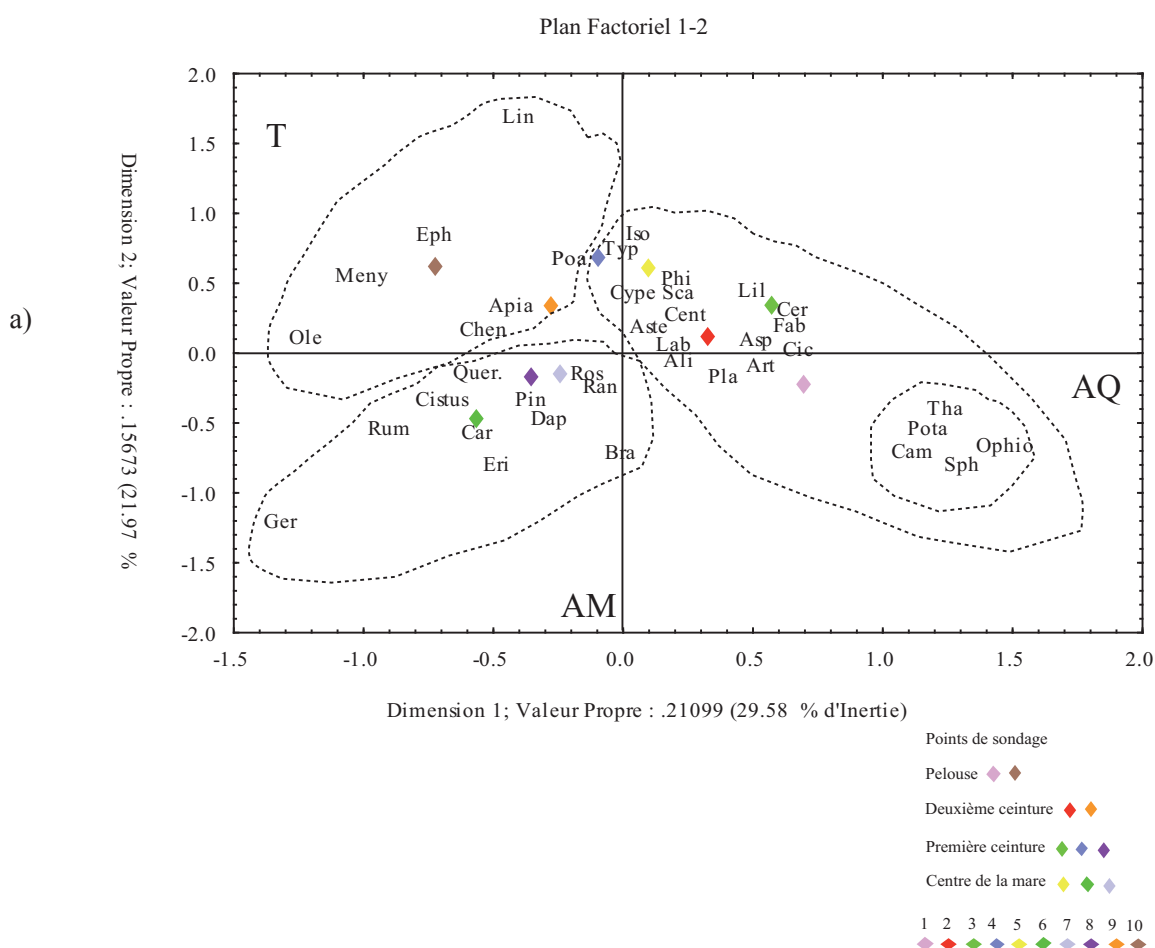
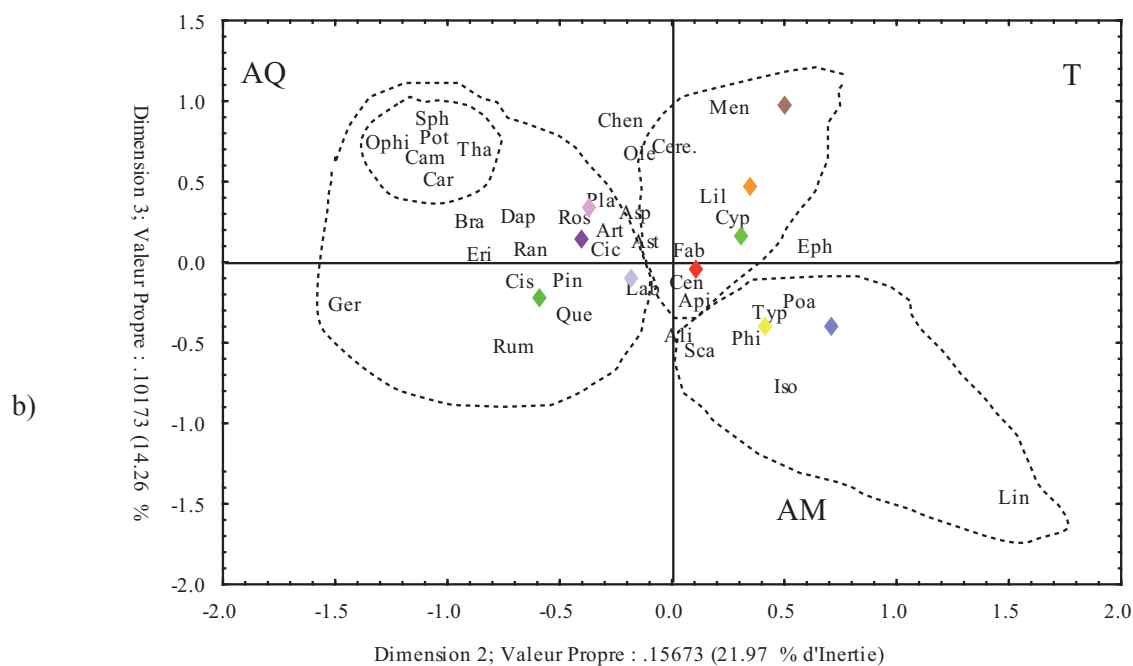


Figure 4-13. a) Plan 1.2 de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) réalisé pour les assemblages polliniques de surface de la mare Madjen El Hnech. La signification des codes de taxa est donnée dans le tableau 4-13

Plan Factoriel 2-3



Plan Factoriel 1-3

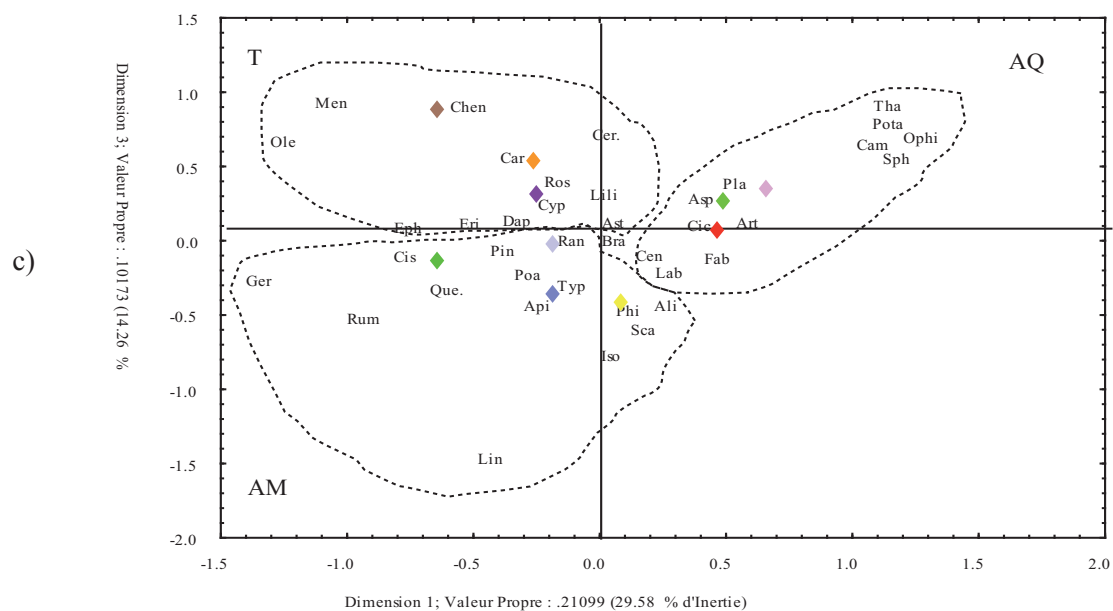


Figure 4-14. b) Plan 1.3 de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) réalisé pour les assemblages pollinique de surface de la mare Madjen El Hnech. c) Plan 2.3 de l'AFC. La signification des codes de taxa est donnée dans le tableau 4-13

La classification hiérarchique ascendante (fig.4-15) regroupe les 39 Taxons. Cette analyse met en évidence la zonation caractéristique des mares temporaires, classiquement constituée de trois ceintures : le centre de la mare, la zone intermédiaire et la marge de la mare.

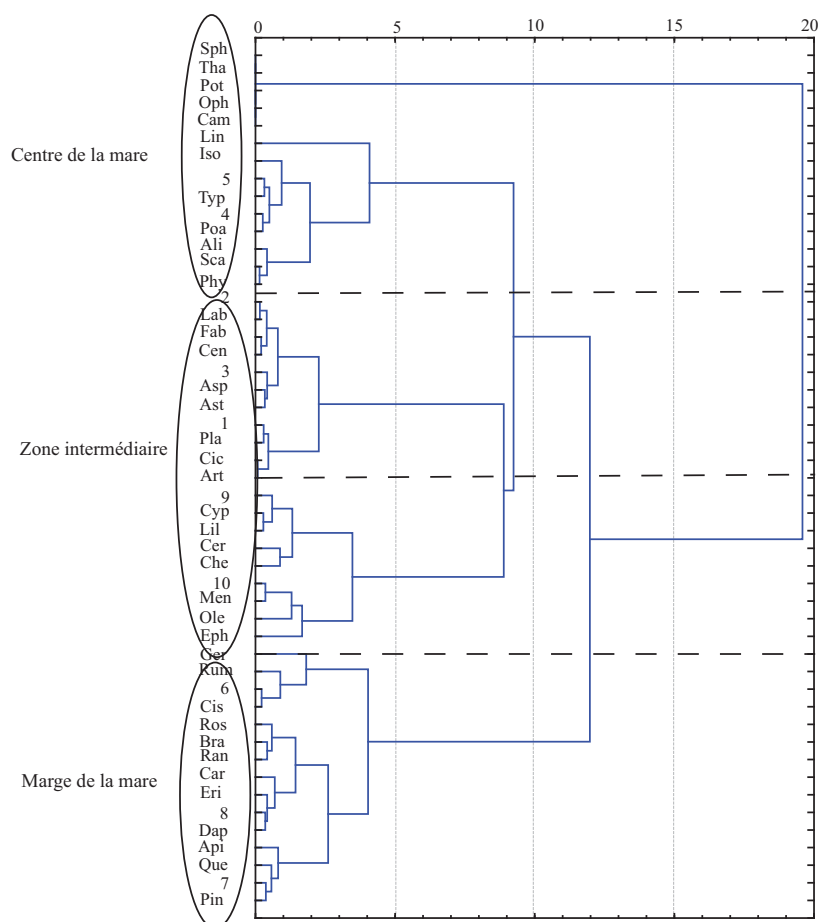


Figure 4-15. Classification hiérarchique ascendante (CHA) réalisée sur les assemblages polliniques de surface

4.1.3.3 Discussion

4.1.3.3.1 Composition de la végétation et assemblages polliniques locaux

Le relevé de végétation effectué lors de la phase du début d'assèchement de la mare, comprend 17 espèces appartenant à 12 familles avec une distribution spatiale en ceintures. Cette zonation est souvent reconnue pour les mares temporaires méditerranéennes (Grillas *et al.*, 2004 ; Rhazi, 2006, Amami, 2010). Les données palynologiques confirment cette même structuration de la végétation en trois ceintures :

- **Une zone centrale** où les communautés d'annuelles aquatiques (*Glyceria fluitans*, *Ranunculus aquatilis* et *Alisma-plantago aquatica*) sont abondantes. Ces taxons sont aussi bien représentés dans la végétation que dans les assemblages polliniques. Avec une dominance des Poacées. Notons aussi la présence des *Isoetes* et de *Menyanthes* dans les assemblages polliniques avec des fréquences importantes dans le centre de la mare. Ces derniers taxons ne figurent pas dans l'inventaire floristique qui, rappelons le, n'est pas complet.
- **Une zone intermédiaire** où Cypéracées, *Ranunculus*, Typhacées et *Alisma* sont enregistrés et trouvent leur optimum jusqu'au centre de la mare. Les Asteroidées, les Rosacées, les Apiacées et les Fabacées ont une bonne représentation dans les assemblages polliniques. Les Labiées, sont bien représentées dans la végétation ainsi que dans les assemblages polliniques.
- **Une zone externe**, exondée, occupée par une végétation mésohygrophile¹ et des espèces terrestres (*Asphodelus*, *Oeunanthe*, *Plantago*, *Rumex*.). Ces taxons sont caractéristiques de milieux pâturés et leur abondance dans les assemblages polliniques reflète bien l'effet d'une forte fréquentation pastorale aux abords immédiats de la mare. Notons aussi la distribution homogène des taxa terrestres (Asteroidées, *Quercus*, Apiacées) le long du transect, ceci peut être expliqué par l'abondance de ces taxons dans la végétation (Carrión, 2002).

Une différence de la composition végétale au niveau des deux marges de la mare est cependant remarquée. En effet l'enregistrement pollinique dans les sédiments de surface au niveau de la marge exposée sud-ouest est plus important que dans la marge exposée nord-est. Dans cette dernière, on note l'absence de certains taxons terrestres (*Phillyrea*, Ericacées, *Daphne*, Brassicacées, *Scabiosa*) et celle des taxons hygrophiles (*Alisma* et *Isoetes*). Cela pourrait être attribué à la microtopographie qui est un élément important dans la distribution de la végétation. La marge sud-ouest est plus humide que la marge nord-est et enregistre la présence exclusive d'un petit groupe de plantes aquatiques (*Sphagnum*,

¹ Organismes inféodés à des biotopes caractérisés par une humidité modérée du sol

Potamogeton). Ce groupe n'est enregistré que ponctuellement dans les assemblages polliniques, il faudrait donc l'utiliser avec précaution dans la reconstitution de la dynamique végétale passée de la mare.

4.1.3.3.2 Différence entre végétation et assemblages polliniques

Le relevé effectué nous a permis de recenser 9 espèces terrestres, 2 amphibiens et 4 aquatiques. Les assemblages polliniques quand à eux, comptent 27 terrestres (dont 5 ont une origine régionale), 2 amphibiens et 10 aquatiques. Les taxons les plus présents à la fois dans la végétation et dans les assemblages polliniques sont les Apiacées, les Cypéracées, les Labiées, *Asphodelus*, les Plantaginacées, les Poacées, les Renonculacées et les Typhacées. Les espèces aquatiques sont plutôt bien représentées (Cypéracées, *Glyceria*), *Alisma* est sous-représentée dans les assemblages polliniques. Bien que la végétation locale soit globalement bien représentée dans les assemblages polliniques (Jacobson et Bradshaw, 1981 ; Sugita, 1994), elle est susceptible d'être affectée par plusieurs facteurs (Prentice, 1988 ; Faegri et Iversen, 1989 ; Hjelle, 1997) à savoir :

La production et la dispersion pollinique. Le nombre de fleurs par individu et le nombre d'étamines, déterminent en partie la production pollinique d'un taxon. Ainsi *Ranunculus* qui a beaucoup de fleurs, est aussi bien représenté dans la végétation que dans les assemblages polliniques.

Le climat. Une floraison précoce de la végétation, au début du printemps par exemple, coïncide avec des hauteurs d'eau assez élevées. Le dépôt des grains de pollen dans la mare est alors gravitaire. Inversement, une floraison tardive, donc après assèchement de la mare, en début d'été par exemple, pourrait soumettre la plante à une dissémination de ces grains par le vent. Le dépôt du pollen est donc aléatoire. Cela pourrait expliquer la sous représentation d'*Alisma* dans nos assemblages polliniques.

La préservation du pollen. L'alternance des phases sèches et inondées des mares temporaires provoque une dégradation et une oxydation du pollen (Campbell, 1991). Aussi, est-il fortement probable qu'une grande partie des espèces fleurissant en période d'assèchement de la mare soit sous représentées ou que leurs grains de pollens, fortement oxydés ne puissent être identifiés.

Type biologique. Les ptéridophytes ont des organes de reproduction souterrains, et produisent un grand nombre de microspores qui sont libérés directement dans le sédiment, ce qui explique la bonne représentation d'*Isoetes* dans les assemblages polliniques. (Grillas *et al.*, 2004 ; Amami, 2010)

Le surpâturage. Le prélèvement par les herbivores des parties aériennes des plantes fourragères, affecte la production du pollen (Groenman-Van Waateringe, 1993 ; Sugita 1994) de plus, le piétinement peut engendrer des contaminations verticales et horizontales (Hjell, 1999) et détruire certaines plantes ce qui réduit leur nombre et leur pollinisation.

Conclusion et implications pour l'étude paléoécologique

Les résultats obtenus indiquent une bonne corrélation entre la représentation pollinique et la zonation en ceinture de la végétation. On remarque aussi qu'il y a un meilleur enregistrement pollinique au centre de la mare ainsi que cela a pu être démontré par ailleurs (Muller, 1998 ; Amami, 2010). Ceci implique qu'il est préférable de réaliser les sondages au centre de la mare pour pouvoir étudier les dynamiques passées des communautés végétales locales ou même régionales.

Les assemblages polliniques de la mare Madjen El Hnech, comprennent des indicateurs d'anthropisation, il s'agit d'indicateurs du pastoralisme liés à la pression du surpâturage (*Asphodelus*, *Rumex*, *Plantago*, Asteroidées) et de pratique agricole (*Cerealia*-type).

Sur la base d'une bonne représentation pollinique des taxons et de leur abondance dans la végétation, plusieurs taxons caractéristiques de la mare peuvent être utilisés comme indicateurs d'une communauté (Janssen, 1967, 1970). Les taxons qui apparaissent comme les plus fiables pour reconstituer la structure intra-mare de la végétation de la mare Madjen El Hnech, sont les aquatiques et les amphibies (*Ranunculus*, Poacées, Cypéracées, *Isoetes*). L'application de ces données à l'enregistrement pollinique fossile devrait permettre la reconstitution des changements passés de la composition et structuration des communautés végétales terrestres et aquatiques. Il est aussi possible d'appliquer les résultats obtenus dans la mare Madjen El Hnech aux autres mares qui se trouvent dans le Djebel Mégriss et qui présentent une similitude dans la structure et la composition floristique (Gherzouli, 2005 ; Boulaacheb, 2011). Par contre, il faudrait impérativement faire plusieurs relevés de végétation durant l'année pour avoir le spectre complet des plantes des mares. Il faudrait aussi étudier les caractéristiques hydrologiques des sites (profondeur et durée d'inondation), et réaliser d'autres analyses statistiques (indices de Davis (1984), indices de représentation) pour quantifier la relation entre la végétation actuelle et sa pluie pollinique. Dans ce sens, ce travail n'est que préliminaire et doit être approfondi pour améliorer les possibilités d'interprétation des données palynologiques recueillies dans ce type de réservoirs sédimentaires.

4.2 Histoire de la végétation et dynamique des milieux humides sur la longue durée

4.2.1 Terrains d'étude et méthodes appliquées

a) Choix des sites

Les terrains d'étude choisis dans le cadre de ce travail (Tab. 4-15), se trouvent dans une zone biogéographique couvrant toute la partie nord-est de l'Algérie. Des contextes d'études et des modèles écologiques différents ont été privilégiés, dans le but d'appréhender et de comparer les trajectoires environnementales de milieux humides différents, à savoir des zones sans cesse en eau, d'autres régulièrement asséchées et présentant des degrés de perturbations différents. Aucun de ces sites n'était documenté par la palynologie, exception faite pour le lac Noir qui se situe dans une région où des études paléoenvironnementales ont été réalisées (Benslama *et al.*, 2007 ; Benslama *et al.*, 2010).

Nom du site	Région	Secteur biogéographique	Altitude	Nature	Séquence
Lac Noir	El Kala	Numidie	9 m	Tourbière	350 cm
Mare Madjen El Hnech	Mégriss	Constantinois	1470 m	Mare	50 cm
Formation tourbeuse Mégriss Nord	Mégriss	Constantinois	1600 m	Formation tourbeuse	50 cm
Formation tourbeuse Mégriss Ouest	Mégriss	Constantinois	1440 m	Formation tourbeuse	50 cm
Mare Kesrane	Forêt de Tamentout	Petite Kabylie	1040 m	Mare	50 cm

Tableau 4-15. Liste des sites d'étude

b) Techniques de sondages

Toutes les séquences sédimentaires, ont été prélevées à l'aide d'un carottier russe de 5cm de diamètre dont la fiabilité répond aux exigences strictes de l'analyse pollinique. Un carottage alterné a été effectué sur tous les sites sauf pour les mares temporaires. Les carottes obtenues sont conditionnées dans des gouttières en PVC enveloppées d'un film plastique pour éviter toute contamination. Pour l'extraction de nos sédiments, plusieurs campagnes de terrain ont été nécessaires entre 2008 et 2010. L'échantillonnage sur les carottes s'est fait au laboratoire de GEODE (suivant une résolution de 5 cm pour la tourbière du lac Noir et suivant un pas de 2 cm pour l'ensemble des autres sites).

c) Extraction du matériel sporo-pollinique

L'extraction du pollen s'est faite au laboratoire de GEODE, selon le protocole exposé dans Moore *et al.* (1991):

1. Ouverture, nettoyage et échantillonnage des carottes (1 cm³ de sédiments).
2. Elimination de la matière organique, en utilisant l'hydroxyde de sodium NaOH (10%) à chaud pendant 35 min.
3. Filtration à 200μ pour éliminer les particules supérieures.
4. Destruction de la matière siliceuse par une utilisation de l'acide fluorhydrique HF (40%) à froid pendant 24 h.
5. Elimination des fluorures avec de l'acide chlorhydrique HCL (10%) à chaud pendant 20 min.
6. Concentration du matériel sporo-pollinique par l'utilisation d'une liqueur dense (ZnCl₂)
7. Acétolyse.

Des rinçages à l'eau distillée et des centrifugations à 3000 tours pendant 3 minutes ont lieu entre chaque étape, sauf pour la séparation densimétrique (10 minutes à 2500 tours). Des tablettes de Lycopodes ont été introduites pour pouvoir calculer les concentrations polliniques selon la méthode de Stockmarr (1971).

8. Mise en suspension des culots dans la glycérine pure dans des Eppendorf afin de les monter entre lames et lamelles, et procéder ainsi à leur analyse.

d) Détermination et comptage

Les analyses et comptages ont été effectués sous microscope (x 400). Un minimum de 300 grains de pollen terrestres a été comptabilisé pour chaque lame. Pour les mares temporaires, pauvres en matériel pollinique, l'analyse de deux lames a parfois été nécessaire pour atteindre ce nombre minimal. Il est démontré que la répartition des grains de pollen est inégale à la surface de la lame (Moore *et al.*, 1991), aussi un balayage complet de chaque lame a-t-il été réalisé.

La détermination des pollens et spores a été réalisée en utilisant la collection de référence du laboratoire, la clef de détermination de Faegri et Iversen (1989) et des atlas photographiques (Reille, 1992 ; Moore *et al.*, 1991 ; Beug, 2004).

e) Représentation numérique des résultats

Le traitement des données et le traçage des diagrammes polliniques ont été réalisés avec les logiciels TILIA (2.0) et TG View (2.0.) (Grimm, 1991-1993). Les résultats sont exprimés en valeurs relatives par rapport à une somme pollinique de base comprenant l'ensemble des plantes terrestres. Ont été exclus de cette somme pollinique, les espèces aquatiques, les Ptéridophytes, les Bryophytes et les Cypéracées (Janssen, 1959). Pour des raisons de lisibilité, ces mêmes diagrammes ont été simplifiés (on ne présente que les taxons les plus représentatifs ce qui offre une représentation plus claire des dynamiques végétales). De manière générale, les taxons arboréens (A.P : Arboreal Pollen) sont placés à gauche dans le diagramme et sont ordonnés en fonction de leur place dans la végétation locale. Les pollens non arboréens (N.A.P. : Non Arboreal Pollen) sont séparés des premiers par la courbe AP/NAP et sont ordonnés en fonction de leurs statuts d'indicateurs de l'activité humaine ou de leur écologie. Les Cypéracées, fougères, et plantes aquatiques sont placées à la suite des herbacées.

f) Zonation des diagrammes

Les diagrammes sont découpés horizontalement en zones polliniques en fonction des fluctuations des principaux taxons (Reille, 1990). La détermination de ces zones polliniques a été établie par l'analyse statistique par regroupement hiérarchique ou « Cluster analysis » avec le module statistique CONISS de l'extension TGView du logiciel TILIA (Grimm 1991-1993). Les zones sont désignées par l'initiale du site en majuscule suivie d'un numéro d'ordre. Dans certains cas, la zonation a été modifiée pour souligner des changements dont le signalement nous a paru important.

g) Perte au feu

La perte au feu ou LOI (Loss On Ignition), est la perte de masse qui résulte de l'échauffement d'un matériau. Cette technique permet de connaître le taux de matière organique et de comprendre comment s'est produite l'accumulation sédimentaire (Heiri *et al.*, 2001 ; Dallaire, 2010). Elle consiste dans un premier temps en l'assèchement des sédiments pendant 48 h dans une étuve à 80°C (Les sédiments sont pesés avant et après pour connaître leur teneur en eau) et dans un deuxième temps en leur combustion dans un four à 550°C, pendant 4 heures (les échantillons sont également pesés avant et après pour connaître le taux de matière organique). La perte au feu est donc la différence de masse exprimée en pourcentage :

$$\frac{(\text{masse avant calcination}) - (\text{masse après calcination})}{(\text{masse avant calcination})} \times 100$$

h) Estimation de la richesse palynologique

La diversité des formations végétales est en partie le résultat de tout un processus historique (Lopez *et al.*, 2002). Dans le souci d'une évaluation du patrimoine naturel qui est, entre autres, évalué par des critères de diversité, il nous a semblé intéressant d'envisager la reconstitution des variations temporelles de la biodiversité et tout particulièrement de la diversité floristique à partir des assemblages polliniques. Plusieurs auteurs ont démontré la relation entre les changements de diversité et l'impact de l'homme (Ricklefs et Miller, 2005 ; Sanders, 1968 ; Simberloff, 1972 ; Birks *et al.*, 1988 ; Pineda *et al.*, 1991 ; Birks et Line, 1992 ; Wolf, 1995 ; Odgaard, 1998 ; Lopez *et al.*, 2002 ; Weng *et al.*, 2006 ; Court-Picon, 2007 ; Berglund *et al.*, 2008 ; Gejewski et Peros, 2008 ; Knaap van der, 2009 ; Galop *et al.*, 2011). Estimer les variations de la biodiversité à partir de données palynologiques nécessite que les comptages soient standardisés afin d'être comparés les uns aux autres. Le nombre de grains présents sur la lame n'étant pas identique car fonction du type de sédiment et des conditions environnementales du site, une démarche de standardisation a été alors développée à partir d'une analyse de raréfaction (Birks et Line, 1992). La méthode consiste à estimer le nombre de taxons polliniques qui pourraient être présents si le nombre de grains observés avait été le même pour tout les niveaux d'une séquence pollinique. Elle calcule pour chaque échantillon un nombre théorique de taxons (E) pour une taille définie d'échantillons, fixée au plus petit nombre (n) de grains observés par niveau sur l'ensemble du profil (T), étant le nombre de taxons réellement rencontrés. L'analyse de raréfaction permet donc de comparer entre eux des niveaux, même si le nombre de grains qui les compose est différent.

Notre méthode de comptage pollinique est basée sur un nombre minimum de grain de pollen compté fixé à 174 (la mare Kesrane nous limite avec une somme pollinique minimale de 174 grains comptabilisés), ne sont pas pris en compte les taxons aquatiques, les hydrophiles et les ptéridophytes. Grâce à l'analyse de raréfaction nous avons pu mesurer les variations temporelles de la diversité biologique et appréhender les évolutions des paysages végétaux selon leur degré de perturbations qu'elles soient d'ordre anthropique ou climatique, lesquelles, si elles sont assez fortes conduisent à une perte de cette diversité (Pineda *et al.*, 1991).

L'analyse de raréfaction a été réalisée à l'aide du logiciel RAREPOL, les représentations graphiques seront discutées parallèlement aux résultats palynologiques.

4.2.2 Datation et chronologie

La chronologie des cinq séquences étudiées, est basée sur un total de 11 datations radiocarbone AMS (Tab. 4-16). Les datations ont été réalisées au Poznan Radiocarbon laboratory (Poznan, Pologne). Faute de macrorestes végétaux, les dates radiocarbone ont été effectuées sur sédiment total, et sont exprimées en BP. La calibration des dates à 2 sigma ainsi que le modèle âge / profondeur sont réalisés avec le logiciel CLAM.1.0.2 (Blaauw, 2010).

Il faudrait préciser que le peu de datations radiocarbone réalisées dans le cadre de ce travail sont inhérentes à la nature des sédiments et au manque des macrorestes. Ce qui constitue une réelle limite à l'estimation de la chronologie.

Sites	Profondeur (cm)	Matériel	Code laboratoire	Age (BP)	Calibration Cal (BP) (2σ)
Lac Noir	64	Tourbe	Poz-41491	1205 ± 30	1056[1129]1256
	312	Limon organique	Poz-41495	1830 ± 30	1698[1769]1864
Madjen El Hnech	24-25	Limon argileux	Poz-41492	260±30	-1*[304] 431
Kesrane	20-22	Limon argileux	Poz-41498	120.16±0.36	24 [98] 260
	46-48	Limon argileux	Poz-41499	165±30	-3* [178] 288
Mégriss ouest	14-16	Tourbe	Poz-41496	107.76±0.47	32 [119] 256
	26-28	Limon	Poz-41497	138.43 ± 0.4	14 [145] 268
Mégriss nord	22-24	Tourbe	Poz-41494	106.46±0.33	32 [123] 255
	32	Argile	Poz-41495	105.16± .34	32 [125] 255

Tableau 4-16. Datations radiocarbone

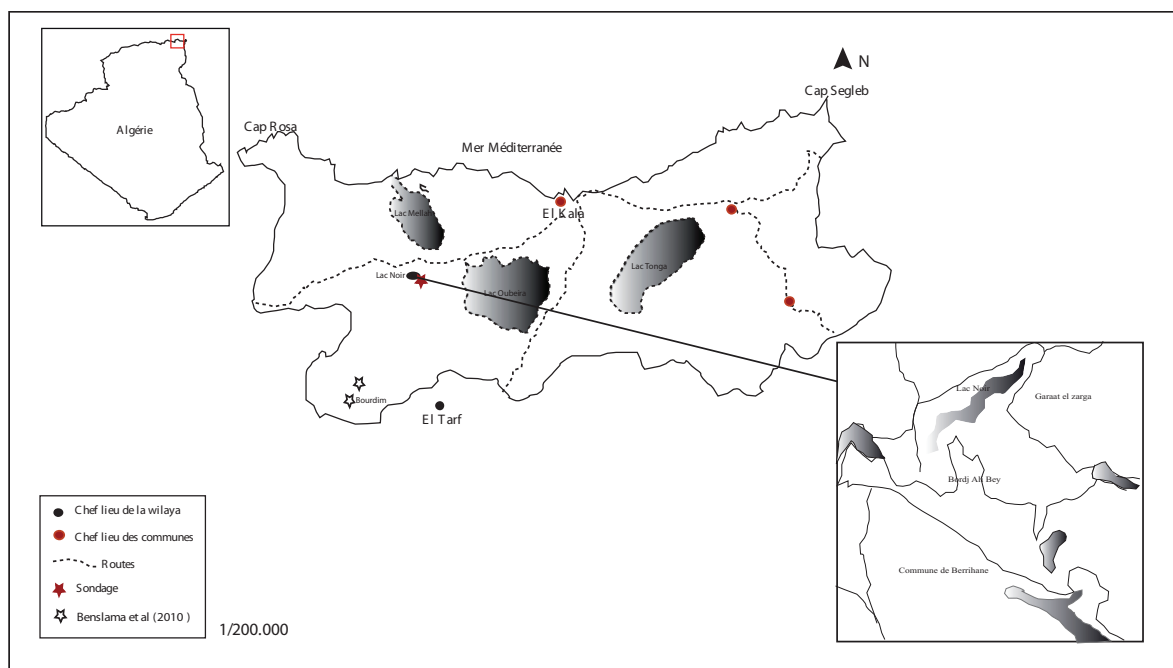
4.3 Présentation des résultats

4.3.1 Evolution du lac Noir

4.3.1.1 Présentation

Située dans le complexe humide d'El Kala, à 35 m d'altitude, la tourbière du lac Noir est un ancien lac asséché. Elle couvre une superficie de 5 ha et est d'orientation NW-SE au nord de Borj Ali Bey (Fig. 4-16). La tourbière du lac noir est composée de deux bassins permanents séparés par une bande de sable dunaire. Alimentée par la nappe dunaire et les écoulements superficiels, elle appartient à l'étage bioclimatique subhumide à hiver doux où les précipitations dépassent les 800 mm/an.

Des études antérieures (Joleaud, 1936 ; Thomas, 1975 ; Debelair, 1974 ; Benslama, 2007) ont démontré que cet ancien marais qui se trouvait au milieu d'une forêt dense de chêne liège et de chêne vert, a connu des modifications importantes (pompage excessif, sécheresse, incendies) qui ont contribué à la régression de la végétation environnante, à la diminution de son niveau d'eau, à son assèchement et par conséquent à la formation de la tourbière. La situation géographique de ce site, lui confère un intérêt indéniable pour l'étude des zones humides naturelles de la région méditerranéenne. D'ailleurs, le lac Noir a fait l'objet de plusieurs études écologiques (Debelair, 2005 ; Benslama, 2007) et d'une étude paléoécologique, non intégralement publiée réalisée par Benslama à la fin des années 90 (Benslama, 2011).



a



b



c



d

Figure 4-16. Carte de localisation et photographies du lac Noir. a, b : lac Noir ; c, d : Tourbière.

4.3.1.2 Lithologie, datations et modèle âge- profondeur

Le carottage a été effectué au mois de mars 2008 au bord du premier bassin à l'aide d'un carottier manuel (type GYK) de 5 cm de diamètre. L'enregistrement sédimentaire de 348 cm de profondeur, est essentiellement constitué de tourbe. La lithologie de la séquence de la tourbière du lac noir est présentée ci-dessous :

- 0 - 20 cm : couche de cendre formée après l'incendie de 1993, couleur beige clair, texture argileux sableuse.
- 20 -70 cm : débris organiques peu décomposés constitués de beaucoup de fibres, secs avec présence de morceaux de bois.
- 70 - 140 cm : débris organiques peu décomposés constitués de beaucoup de fibres. Saturés en eau. Couleur brun, absence de sable.
- 140 - 220 cm : matière organique très dégradée et fibreuse. Présence de sable et d'argile, couleur brun.
- 220 - 250 cm : matière organique très dégradée mélangée à beaucoup de fibres, très humides, pas de sable, ni d'argile. Couleur noir.
- 250 - 348 cm : matière organique humifiée de couleur noir sombre avec du sable. Saturée en eau structure fibreuse et humide.

Deux datations radiocarbone AMS (Tab4-17) ont été effectuées sur sédiment organique total . Les âges obtenus ont été calibrés à 2 sigma avec le logiciel CLAM (Blaauw, 2010).

Profondeur (cm)	Matériel	Code laboratoire	Datation radiocarbone (BP)	Calibration BP (2σ)
64	Tourbe	Poz-41491	1205 ± 30	1056[1129]1256
312	Limon organique	Poz-41495	1830 ± 30	1698[1769]1864

Tableau 4-17. Datations radiocarbone AMS réalisées au Poznan Radiocarbon laboratory Pologne

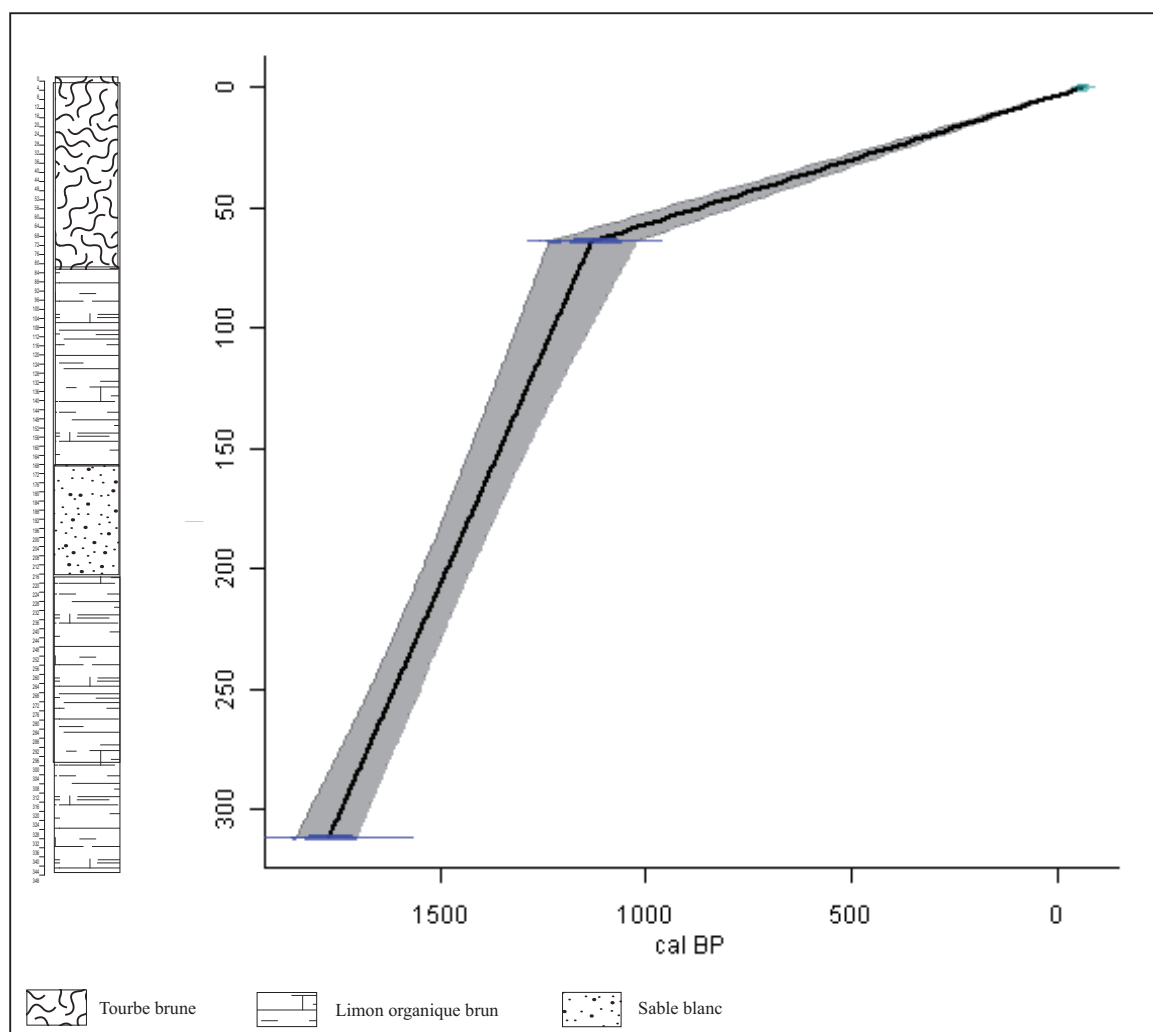


Figure 4-17. Modèle âge/ Profondeur de la tourbière du Lac Noir (El Kala, Numidie)

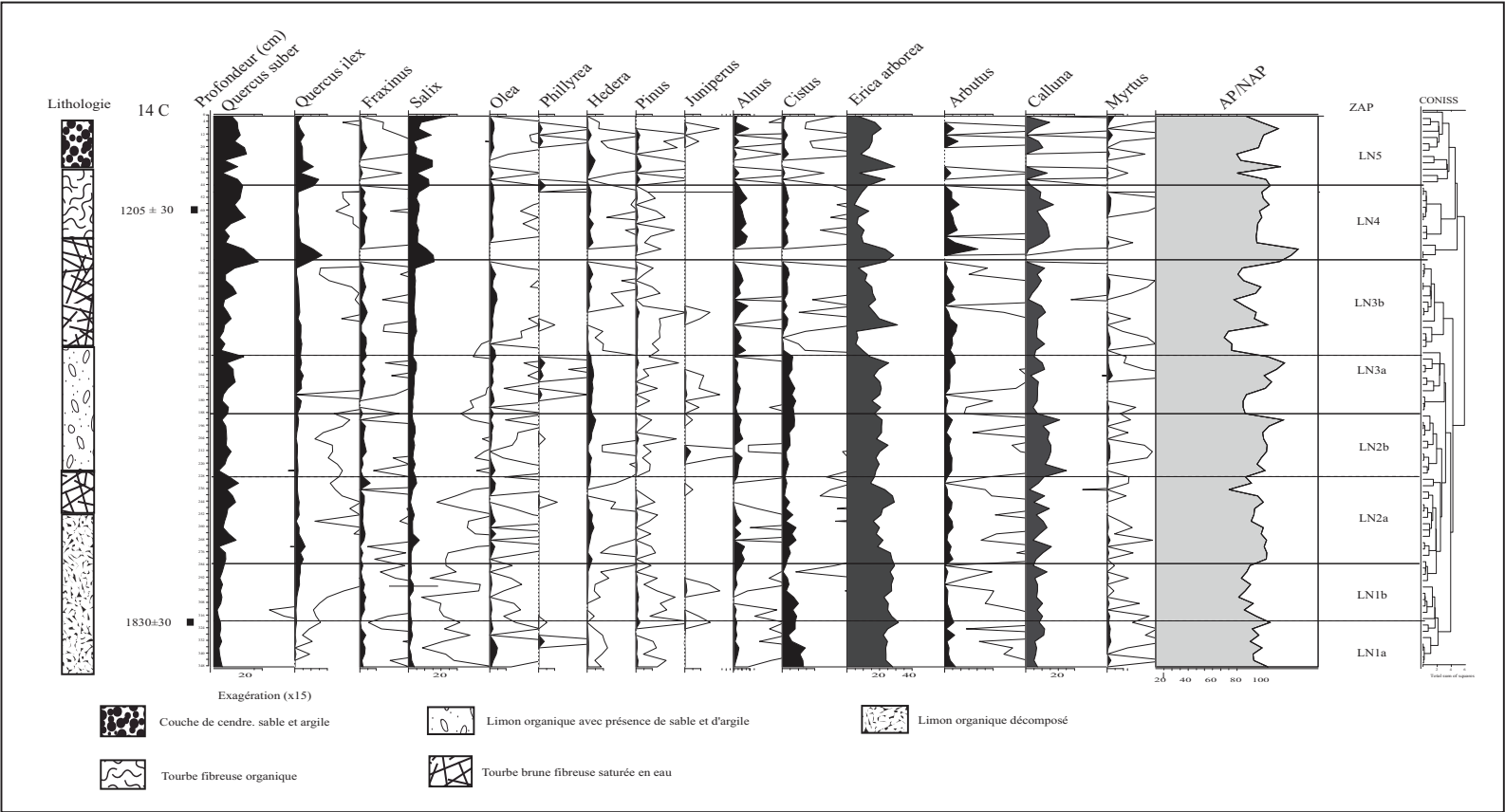
4.3.1.3 Résultats des analyses polliniques et commentaire du diagramme

Les résultats des analyses polliniques sont représentés dans un diagramme pollinique complet (fig. 4-18, fig.4-19) ainsi que dans un diagramme synthétique (fig.4-20). Le diagramme pollinique est subdivisé en cinq zones d'assemblage polliniques locales (LZAP), qui sont à leur tour subdivisées en sous-zones. La détermination des zones polliniques a été établie par l'analyse statistique CONISS de l'extension TGView du logiciel TILIA (Grimm, 1991-1993).

ZAP	Prof. (cm)	Taxons	Description
LN1a	348	Cyperaceae <i>Erica arborea</i> Cistus Poaceae <i>Quercus suber</i>	Rapport AP/NAP autour de 70%. Forte présence d' <i>Erica arborea</i> avec 40%, suivi de <i>Cistus</i> 20%, et plus modestement de <i>Quercus</i> , <i>Olea</i> , <i>Fraxinus</i> et <i>Salix</i> . Les herbacées sont faiblement représentées, dominées par les Poacées qui atteignent les 15%. Présence discrète des IPA : <i>Plantago</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Rumex</i> et les Chénopodiacées. Les Cypéracées sont à leur maximum avec presque 90%. Taux significatifs de <i>Potamogeton</i> et d' <i>Osmunda</i> .
	320		
LN1b	320	Cyperaceae <i>Erica arborea</i> Poaceae <i>Quercus suber</i>	Régression du taux des AP qui passe à 50% à la fin de la zone, avec recul d' <i>Olea</i> , de <i>Pinus</i> , de <i>Myrthus</i> et de <i>Cistus</i> . Augmentation légère de <i>Quercus suber</i> , <i>Q. ilex</i> , de <i>Fraxinus</i> et apparition de <i>Juniperus</i> . Hausse des Poacées, Cichorioidées, Rosacées, Apiacées, Crassulacées. Courbe discrète mais continue des Céréales. Diminution des Cypéracées. Courbes continues de <i>Potamogeton</i> , d' <i>Osmunda</i> et de <i>Sphagnum</i> . Premières occurrences de <i>Myriophyllum</i> et d' <i>Ophioglossum</i> .
	284		
LN2a	284	<i>Erica arborea</i> <i>Quercus suber</i> Poaceae Primulaceae Crassulaceae	Augmentation du rapport AP/NAP au début de la zone qui atteint 70%. Diversité et augmentation des taxons arboréens, augmentation d' <i>Hedera</i> et d' <i>Alnus</i> au début de la zone. Présence régulière des IPA comme <i>Cerealia-type</i> , <i>Rumex</i> et <i>Artemisia</i> . Ces deux derniers taxons connaissent une légère hausse au début de la zone. Les Cypéracées atteignent 60% et pic d' <i>Osmunda</i> qui atteint les 40%.
	230		
LN2b	230	<i>Calluna</i> <i>Erica arborea</i> <i>Quercus suber</i> Poaceae	Rapport AP/NAP atteint 80% à la fin de la zone, avec l'augmentation de <i>Quercus suber</i> , <i>Quercus ilex</i> , de <i>Fraxinus</i> , <i>Salix</i> , <i>Alnus</i> et d' <i>Hedera</i> . Expansion de <i>Calluna</i> qui atteint 20%. Hausse des courbes des Poaceae et des Cichorioidées et plus modestement de celles des IPA. Chute et extinction des Primulacées en fin de zone à l'instar de <i>Myriophyllum</i> et <i>Alisma</i> .
	189		
LN3a	189	<i>Erica arborea</i> <i>Quercus suber</i> Asteroideae Cyperaceae	Diminution du taux des taxons arboréens au début et à la fin de la zone. Au milieu de la zone ce taux atteint les 80% avec l'abondance de <i>Quercus suber</i> et d' <i>Erica arborea</i> . Augmentation des IPA ainsi que des Asteroïdées qui régressent en fin de zone. Expansion des Primulacées qui disparaissent en fin de zone. Pics de <i>Potamogeton</i> , de <i>Sphagnum</i> et d' <i>Osmunda</i> .
	134		
LN3b	134	<i>Erica arborea</i> <i>Calluna</i> Poaceae Apiaceae	Le rapport AP/NAP se situe aux alentours 60%. Début de la zone marqué par une régression modérée des taxons arboréens, sauf pour <i>Alnus</i> et <i>Erica arborea</i> qui atteignent leur maximum avec respectivement 5% et 37%. Hausse de <i>Quercus suber</i> au milieu de la zone ainsi que d' <i>Olea</i> , de <i>Fraxinus</i> , d' <i>Hedera</i> , d' <i>Arbutus</i> et de <i>Myrthus</i> . Hausse des Poacées, des Ranunculacées, et des Rosacées et augmentation des fréquences des IPA en particulier <i>Artemisia</i> , <i>Cerealia</i> , <i>Rumex</i> et <i>Plantago</i> . Recul en fin de zone des Cypéracées et brève réapparition de <i>Myriophyllum</i> .
	92		

ZAP	Prof. (cm)	Taxons	Description
LN4	92	<i>Quercus suber</i> <i>Quercus ilex</i> <i>Arbutus</i> <i>Salix</i> <i>Plantago</i>	Rapport AP/NAP à son maximum au début de la zone avec 90%. Forte présence de <i>Quercus suber</i> avec plus de 20%, ainsi que de <i>Quercus ilex</i> , <i>Salix</i> et <i>Arbutus</i> qui atteint son maximum avec 20%, puis important recul de ces derniers à la fin de la zone. Les herbacées au début de la zone sont en nette diminution sauf <i>Plantago</i> est les Céréales qui sont à leur maximum avec respectivement 10% et 5%. Augmentation des Poaceae, des Cichorioidées, des Ranunculacées, des Rosacées et des IPA à la fin de la zone, à l'exception de <i>Plantago</i> qui baisse considérablement.
	48		
LN5	48	<i>Quercus suber</i> <i>Salix</i> <i>Plantago</i> Poaceae Campanulaceae	Maintien du rapport AP/NAP autour de 80%, mais variation des taxons forestiers : recul au début de la zone de <i>Quercus suber</i> et parallèlement augmentation de <i>Quercus ilex</i> et de <i>Salix</i> dont les valeurs augmentent en fin de zone. Légère hausse d' <i>Olea</i> et de <i>Pinus</i> . Réapparition en fin de zone de <i>Juniperus</i> . Hausse des Poaceae et de <i>Plantago</i> en début de zone. Occurrences régulières des IPA. Pic des Cypéracées en fin de zone.
	0		

Tableau 4-18. Descriptions des zones polliniques locales (ZAP) du profil de la tourbière du lac Noir (El Kala, Numidie)



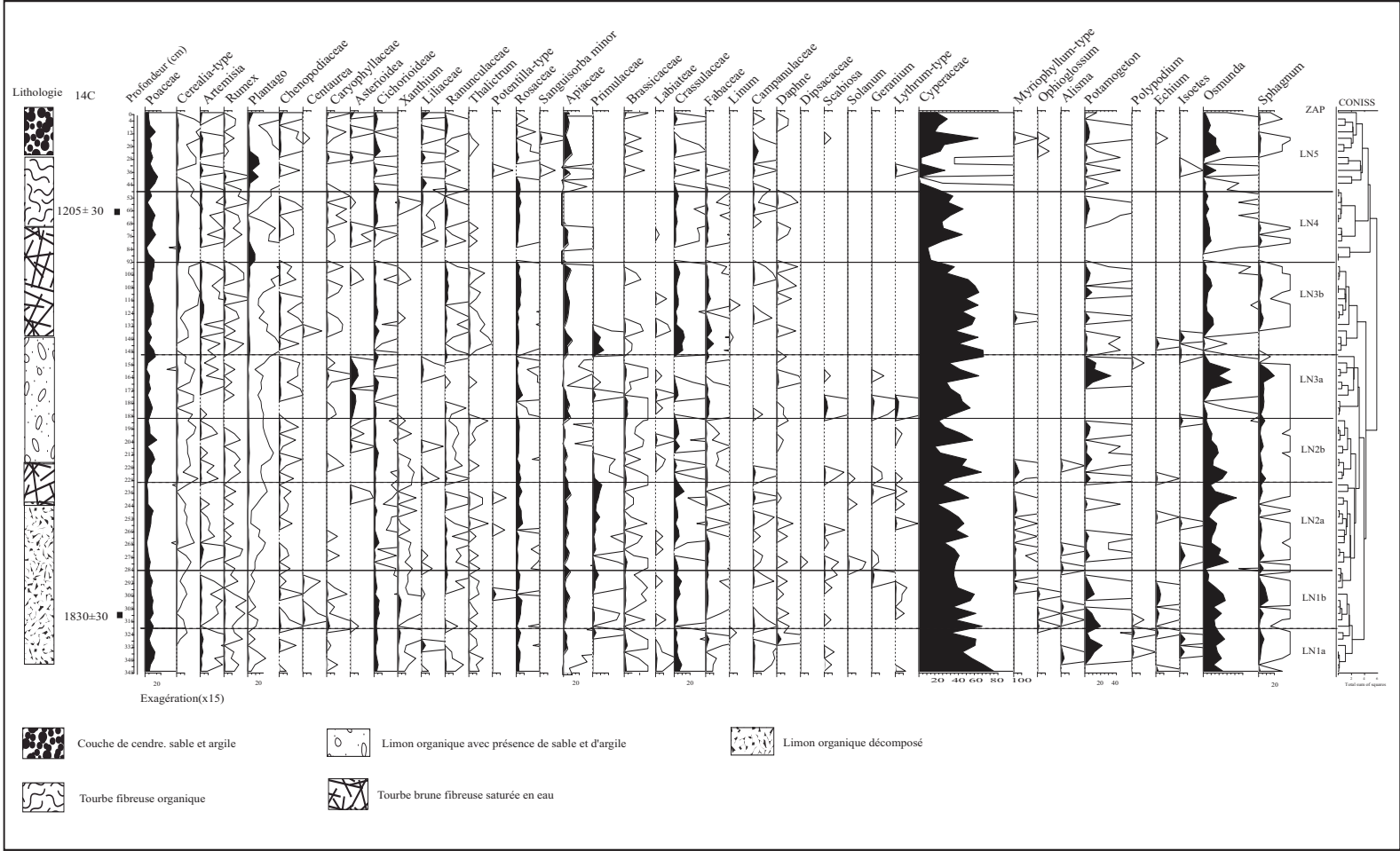


Figure 4-19. Diagramme pollinique complet de la tourbière du lac Noir (El Kala, Numidie): herbacées, hygrophiles et aquatiques

4.3.1.4 Commentaire sur l'évolution de la végétation et la richesse palynologique

Recouvrant 2000 ans d'histoire, l'enregistrement sédimentaire de la tourbière du lac Noir, se révèle bien adapté à l'étude de la dynamique de la végétation et de l'histoire de l'anthropisation.

L'histoire de la végétation du nord-est algérien est ponctuellement connue par l'étude de Benslama (2010) réalisée dans deux marais littoraux : Garaat El-Ouez et Bourdim, qui se trouvent à quelques dizaines de kilomètre au sud du lac Noir. Cette étude nous permettra d'avoir un cadre général de l'évolution de la végétation régionale et d'y placer les grandes lignes de l'évolution récente de notre site d'étude.

La végétation du lac Noir, est aujourd'hui, largement dominée par une subéraie à sous bois d'*Erica arborea* et de *Myrtus communis*. Tout au long de l'enregistrement pollinique, *Erica arborea* est représentée par des taux importants. Les taxons de la subéraie sont quant à eux faiblement représentés. Selon Ben Tiba (1982), *Quercus suber* est un modeste pollinisateur, et sa représentation ne dépasse guère 20% au sein d'une subéraie, alors qu'*Erica arborea*, souvent présente en sous bois, se caractérise par une forte production pollinique. On peut donc penser, que des subérais clairsemées occupaient les abords du site avec en sous-bois à dominance d' *Erica arborea*.

Le début de la séquence indique ainsi, un milieu caractérisé par des boisements clairsemés, largement secondarisés et dominés par des landes à *Erica arborea* et *Cistus*. *Quercus suber*, *Q. ilex*, *Fraxinus*, *Salix*, *Pinus*, et *Alnus* sont présents, mais avec de faibles taux. La forte représentation pollinique de la bruyère arborescente converge avec les résultats obtenus dans la séquence pollinique de Bourdim, (Benslama, 2010), ainsi qu'en Tunisie, sur le site de Djebel El Ghorra, (Ben Tiba, 1995) où *E. arborea* a joué un rôle de substitution dans les maquis dégradés. Selon Benslama (2010), il est probable qu'une dégradation du maquis antérieure à l'enregistrement pollinique ait favorisé l'essor de cette formation au sein de la subéraie. Cette première période, estimée vers 1850 cal.BP, et qui correspond à la zone LN1, indiquerait par conséquent l'existence de défrichements ou de perturbations anthropiques antérieures au début de notre enregistrement qui auraient affecté les chênaies sempervirentes. En effet, sur les premiers niveaux, *Olea* est déjà bien présent avec des fréquences proches des 15% tandis que la pression anthropique se fait sentir avec la présence d'indicateurs polliniques d'anthropisation comme *Artemisia*, *Rumex*, *Plantago* et *Cerealia*-type dont les premières occurrences apparaissent en fin de zone. Localement, le site de la tourbière du lac noir correspond à un habitat lacustre où se développe une végétation aquatique dominée par *Potamogeton*, *Alisma*, *Isoetes*, *Myriophyllum* et *Ophioglossum*. La forte représentation des Cypéracées indique la présence de prairies humides autour du site.

Postérieurement à 1850 cal.BP, au début de la zone LN1b, les données polliniques indiquent une période de reconquête forestière qui concerne essentiellement *Quercus ilex* dont les pourcentages

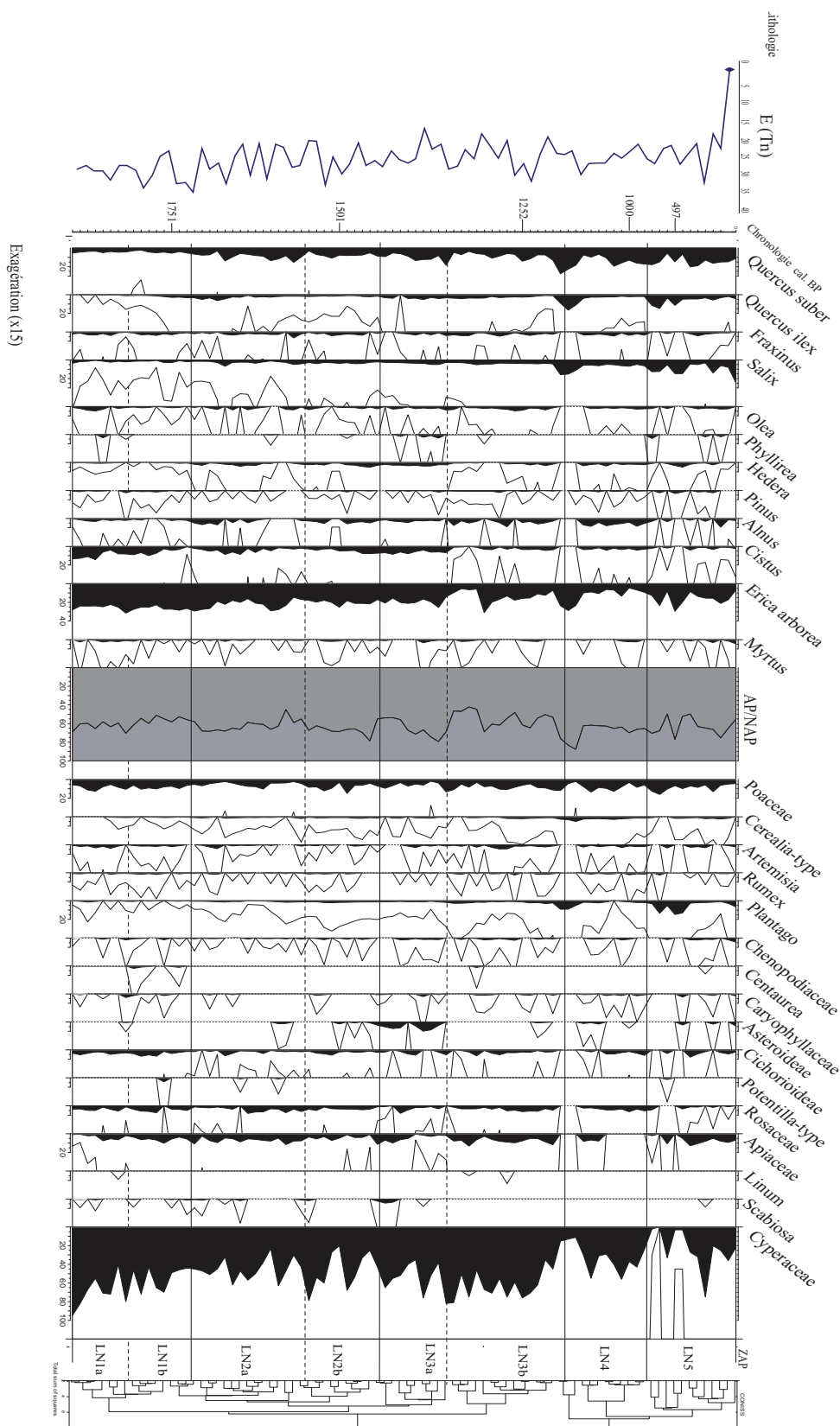
augmentent, ainsi qu'*Alnus*, *Fraxinus* et *Myrtus*. Mais le paysage est toujours dominé par des landes à *Erica arborea*. Du côté des herbacées, les valeurs des Poacées diminuent, par contre celles des indices polliniques d'anthropisation tels que les Céréales, *Artemisia*, *Rumex* et *Plantago* se maintiennent indiquant la permanence des activités humaines.

Entre 1600 et 1500 cal.BP environ, lors de la zone LN2a, le développement d'une aulnaie associé à *Salix*, *Myrtus* et *Osmunda* pourrait indiquer un épisode plus humide. D'autant plus qu'à cette période les taux d'*Erica arborea* diminuent. Selon Benslama (2010), *Myrtus* et *Erica arborea*, espèces caractéristiques de la subéraie mixte de la région d'El Kala, seraient entré en concurrence d'où la réduction de la bruyère arborescente. Il n'est donc pas exclu qu'une ceinture forestière à *Alnus*, *Salix* et *Myrtus* se soit installée avec *Osmunda* (sur le marais ou en sous-bois). Selon ce même auteur, la forte présence d'*Hedera* témoignera d'un environnement forestier proche.

Entre 1500 et 1400 cal.BP environ, les données polliniques de la zone LN2b, reflètent un assèchement local du site avec la disparition d'espèces aquatiques. Ainsi, des fluctuations dans la prédominance des Cypéracées, indiquent des changements locaux dans la végétation du marais. On note aussi l'augmentation des plantes prairiales (Liliacées, Campanulacées, Fabacées, Asteroidées, Apiacées, Brassicacées, Fabacées, ainsi que *Scabiosa* et *Geranium* ...) et celle des Poacées. La plupart de ces taxons sont héliophiles, ce qui indique un assèchement local du site. On relève également une interruption dans les courbes des armoises et des oseilles. Le début de la zone LN3a, est marqué par une chute de la représentation pollinique du couvert forestier qui passe de plus de 80% à 60% à 180 cm de profondeur. La chute affecte les taux de pollen de *Fraxinus*, de *Salix*, d'*Hedera*, de *Pinus* et d'*Alnus*. Parallèlement les taux des marqueurs polliniques d'anthropisation augmentent (*Rumex*, *Plantago*, *Artemisia*, *Cerealia* et *Centaurea*). Cet épisode est court, puisque juste après on assiste à une reconquête forestière marquée par une hausse de *Quercus suber* qui atteint 15% et par une baisse d'*E. arborea*. Cette reforestation modérée est sans doute liée à une diminution des activités humaines attestée par la chute des indicateurs polliniques d'anthropisation.

Au début de la zone LN4, vers 1200 cal.BP, les données polliniques indiquent un fait marquant dans la dynamique du couvert végétal du lac Noir : les valeurs de *Quercus suber*, *Q. ilex*, *Salix*, *Erica arborea*, *Cerealia* et *Plantago* connaissent des augmentations synchrones, tandis que l'ensemble des autres taxons disparaissent ou régressent fortement. Nous n'avons malheureusement pas assez d'éléments pour expliquer ce bref épisode, mais nous pouvons penser que ce phénomène pourrait être lié à la distance des activités ou tout simplement à un problème d'enregistrement sédimentaire. A la fin de cette zone, les taxons arboréens et arbustifs reprennent leurs expansions et présentent des courbes régulières et continues. Du côté des herbacées on note la dominance des Poacées, des Rosacées et des Cichorioidées ainsi qu'une bonne représentation des indices polliniques

d'anthropisation. Tout de suite après, pendant la zone LN5, *Calluna* connaît une expansion importante, parallèle à la régression de *Quercus suber* et *Quercus ilex*. Les indices d'anthropisation indiquent à ce moment là une fréquentation régulière du site concomitante au développement des landes à callune.



Diversité et richesse palynologique

La diversité taxonomique primaire du profil sédimentaire de la tourbière du lac Noir, corrigée pour chaque spectre par la méthode de l'analyse de raréfaction, a conduit à l'établissement d'une courbe de richesse pollinique (fig. 4-20). L'évolution de cette dernière, reflète les variations temporelles de la diversité floristique des communautés végétales présentes sur et autour du site (Birks et Line, 1992 ; Odgaard, 1999 ; Court-Picon, 2007). Plusieurs phases le long du profil sont distinguées.

De la base (348 cm) à 312 cm, la diversité floristique ne dépasse pas 30 taxons, elle recule avec 15 taxons reconnus entre 308 cm et 290 cm. Ce repli concorde avec celui des indicateurs polliniques d'anthropisation. A 284 cm, elle augmente avec un maximum de 35 taxons. Les valeurs ensuite oscillent entre 17 et 35 jusqu'à 164 cm.

Elle diminue de nouveau à 162 cm où elle descend à 15 taxons, et entre 160 cm à 108 cm elle oscille entre 18 et 30 taxons, pour descendre à 15 taxons de nouveau à 100 cm, quand le rapport AP/NAP dépasse les 80%. Il faut signaler que cette période correspond à une lacune sédimentaire.

Se stabilise ensuite autours de 20 taxons de 90 cm à 20 cm, pour atteindre les 35 taxons à la surface. Cette phase correspond à une bonne dynamique anthropique, qui visiblement conditionne la diversité floristique, ainsi qu'en témoigne l'évolution de sa courbe.

Dans l'ensemble, la richesse palynologique de la séquence de la tourbière du lac Noir est relativement élevée, peu de spectres présentent une diversité corrigée inférieure à 20 taxons. les spectres les moins diversifiés correspondent aux phases de repli des pressions humaines. Il semblerait qu'il existe des corrélations entre pression anthropique, ouverture du milieu et diversité floristique.

Conclusion

La séquence du lac noir, en dépit de son épaisseur, ne nous renseigne que sur l'histoire récente (moins de deux millénaires) de la végétation et de l'impact de l'homme sur celle-ci. Toutefois, cet enregistrement permet de retracer les étapes de l'histoire de la végétation, et de saisir les différentes phases d'utilisation de cet espace :

- le remplissage sédimentaire montre que le site était une cuvette lacustre avec une importante tranche d'eau. L'abondance des hydrophytes (*Alisma*, *Potamogeton*, *Isoetes*, *Polypodium*, *Ophioglossum*) en témoigne. Le niveau d'eau a diminué avec l'apparition de *Myriophyllum*. Le marais s'est ensuite comblé au vu de la rareté des plantes aquatiques lors de la zone LN3a. La présence de *Potamogeton* indique l'existence d'une nappe d'eau encore libre.

- le paysage alentour est totalement déboisé depuis, au moins, deux millénaires : un matorral dense à *Erica arborea* est maintenue à la périphérie du marais. La dynamique de ce dernier est fonction des dynamiques d'anthropisation. En effet, les fréquences de la bruyère arborescente augmentent avec l'augmentation de l'activité humaine qui se fait sentir dès le début de l'enregistrement.

Dans le site du lac Noir, des temps forts dans l'évolution de l'impact anthropique sur l'environnement, sont observés. Dès la base de l'enregistrement, une ouverture de la subéraie associée au développement d'*Erica arborea* et celui des espèces herbacées rudéro-nitrophiles, est relevée avec l'apparition des premières occurrences des céréales. Ces événements correspondent aux pratiques agro-pastorales et aux défrichements. Les analyses des assemblages polliniques montrent l'accroissement des plantes rudéro-nitrophiles, de prairies et pâturages, signalant l'accentuation et le développement du pastoralisme (*Plantago*, *Rumex*, *Artemisia*, Chénopodiacées). Les espèces liées aux tassements du sol et aux piétinements des troupeaux (Poacées, *Potentilla*-type, *Scabiosa*) sont enregistrées. Les derniers niveaux sont révélateurs de reconquête forestière, malgré le maintien de la pression humaine attestée par la présence de marqueurs pastoraux.

Par contre, nos données ne livrent pas d'informations susceptibles d'aborder la question de la variabilité du climat, en raison sans doute d'une très forte perturbation anthropique et d'une artificialisation prononcée du milieu depuis 2000 ans. Il faut savoir que le climat dans la région d'El Kala est favorable au développement d'une végétation forestière. En effet l'état actuel de la végétation régionale estimé comme majoritairement boisé (D.G.F, 2005 ; Benslama, 2010), semble en désaccord avec le faible pourcentage d'arbre. Une fois encore la paléoécologie se heurte à l'épineuse question de la caractérisation d'un couvert forestier et la structuration des paysages en zones méditerranéennes (Martin et Magnin, 2008).

4.3.2 Les mares temporaires

4.3.2.1 La mare Madjen El Hnech

4.3.2.1.1 Présentation

La mare Madjen El Hnech est située dans le Djebel Mégriss, sur le flanc est à 1470 m d'altitude, au pied d'une falaise, au sein d'une prairie pâturée où l'Asphodèle est abondante (fig. 4-21). L'originalité de cette mare consiste en sa taille (plus de 400 m de circonférence), mais aussi en sa situation. Le fait qu'elle soit positionnée dans un secteur de pâturage, lui confère un intérêt certain dans l'étude et la caractérisation des relations hommes /milieux sur la longue durée. Ce site offre également la possibilité d'aborder la question de l'origine des mares temporaires, sachant que comme toutes les zones humides d'eau stagnante, les mares temporaires enregistrent leur propre histoire au sein des sédiments qu'elles contiennent (Barber, 1993). La mare Madjen El Hnech, isolée des zones d'habitations est d'accès difficile, n'en reste pas moins très fréquentée, tant par les hommes que par les troupeaux itinérants.



a



b



c



d

Figure 4-21. a) Carte de localisation et photographies de la mare Madjen El Hnech (Djebel Mégriss, Sétif, Constantinois) ; b) Pelouse pastorale à *Asphodelus microcarpus* et bordure de la mare à *Ranunculus aquatilis* ; c) Falaise en haut de la mare à végétation rupicole. ; d) Troupeau d'équidés près des berges de la mare. Les photographies ont été prises en Avril 2008

4.3.2.1.2 Lithologie et datations

Le carottage a été effectué au mois d'août 2008 à l'aide d'un carottier manuel (type GYK) de 5 cm de diamètre. A cette période, la mare était presque asséchée, seul le centre était en eau. Le prélèvement sédimentaire est réalisé au niveau de la deuxième ceinture de la mare qui était encore humide et couverte de quelques plantes (*Mentha aquatica*, *Plantago*, *Oenanthe*). L'enregistrement sédimentaire, d'une épaisseur de 50 cm, est relativement homogène et constitué d'argile. Les analyses palynologiques ont été réalisées sur 25 échantillons à une résolution de 2 cm. La lithologie de cette séquence est composée de la manière suivante :

- 0-10 cm : Limon organique
- 10-26 cm : Limon argileux
- 26-50 cm : Limon et argile oxydée par endroits.

Une datation radiocarbone AMS a été effectuée sur sédiment total dans la partie médiane de la séquence. L'âge obtenu a été calibré à 2 sigma avec le logiciel CLAM (Blaauw 2010). Le modèle âge profondeur n'a pas été réalisé, une seule date ne suffisant pas pour faire des interpolations.

Profondeur (cm)	Matériel	Code laboratoire	Datation radiocarbone (BP)	Calibration BP (2 σ)
24-25	Limon argileux	Poz 41492	260 \pm 30 BP	-1*[304] 431

Tableau 4-19. Datation radiocarbone AMS réalisée sur la séquence sédimentaire de la mare Madjen El Hnech (djebel Mégriss) Poznan Radiocarbon laboratory-Pologne

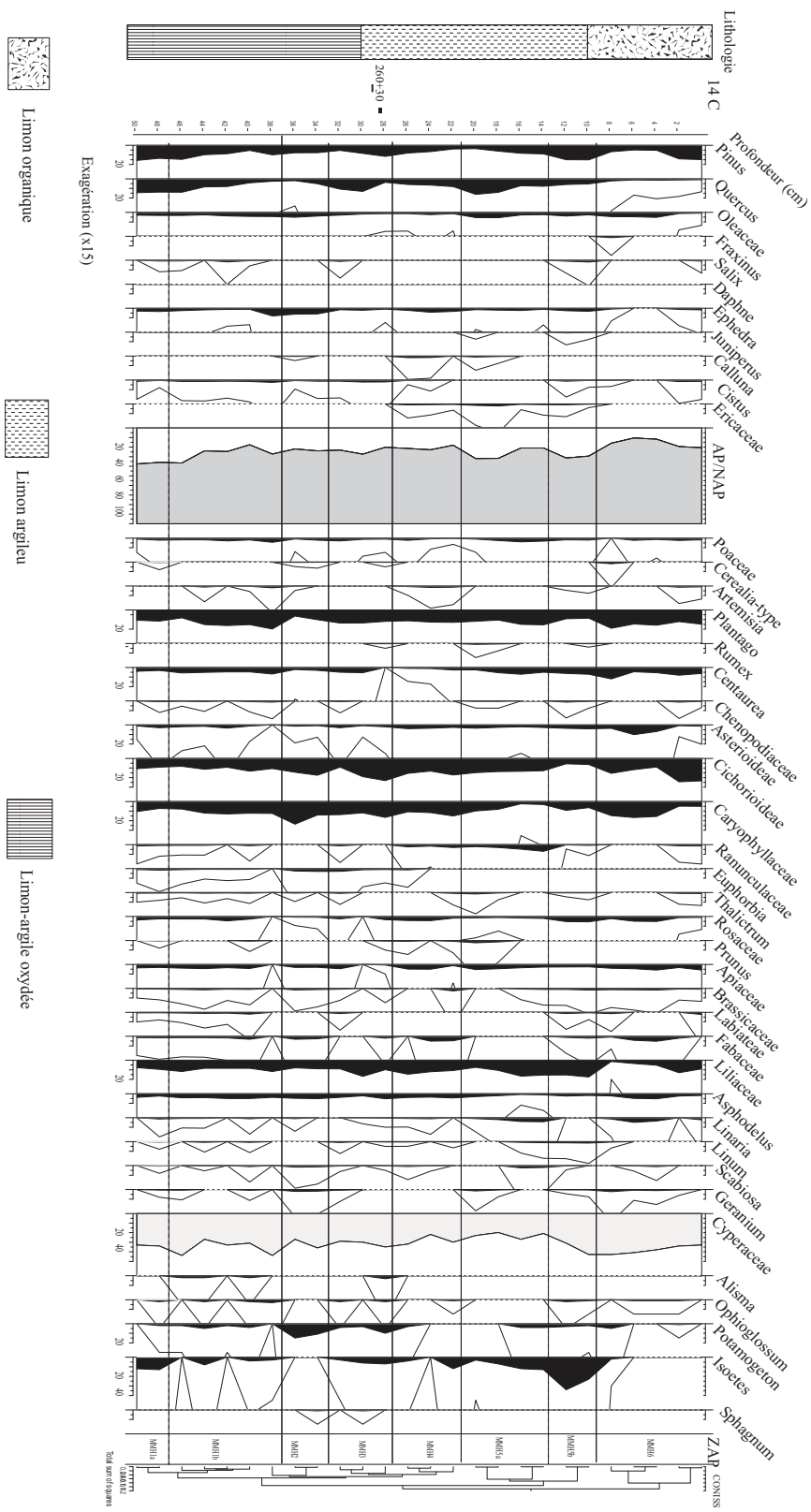
4.3.2.1.3 Résultats des analyses polliniques et commentaires du diagramme

Les résultats des analyses polliniques sont représentés dans un diagramme pollinique complet (fig. 4-22), ainsi que dans un diagramme synthétique simplifié (fig. 4-23). Le diagramme pollinique, qui présente les données exprimées en fréquences relatives, est subdivisé en six zones d'assemblages polliniques locales (LZAP), dont une est subdivisée en sous zones.

LZAP	Prof. (cm)	Taxons	Description
MMH1a	50	<i>Quercus</i> <i>Pinus</i> <i>Plantago</i>	Le rapport AP/NAP est à son maximum vers 40%. Forte présence de <i>Quercus</i> et de <i>Pinus</i> , plus modestement des Oléacées. Les herbacées sont bien représentées, dominées par <i>Plantago</i> , les Cichorioïdées, les Caryophyllacées et les Liliacées. Premières occurrences de <i>Cerealia</i> . Les aquatiques sont bien représentées, avec apparition d' <i>Alisma</i> en fin de zone.
	45	Cichorioideae Caryophyllaceae	
MMH1b	45	<i>Plantago</i> Caryophyllaceae	Régression de <i>Quercus</i> et <i>Pinus</i> . Courbe continue pour les Oléacées. Les spectres herbacés sont bien représentés avec dominance de <i>Plantago</i> et <i>Centaurea</i> jusqu'à la fin de la zone où ils chutent respectivement. Légère augmentation des Poacées, des Rosacées et des Asteroidées. Disparition de <i>Cerealia</i> et apparition d' <i>Artemisia</i> . Forte proportion des spores monolètes et des Cyperacées autour de 40%.
	35	Cichorioideae <i>Centaurea</i>	
MMH2	35	Caryophyllaceae Cichorioideae	Chute de <i>Quercus</i> et <i>Pinus</i> , les Oleacées maintiennent leurs représentations, disparition de <i>Salix</i> . Hausse d' <i>Ephedra</i> et apparition de <i>Calluna</i> . Spectres des herbacées assez diversifiés avec des taux élevés de Caryophyllacées et de Cichorioïdées. Baisse de <i>Plantago</i> et d' <i>Artemisia</i> qui disparaît en fin de zone, et réapparition de <i>Cerealia</i> . Pic de <i>Potamogeton</i> .
	33	<i>Potamogeton</i> <i>Ephedra</i> <i>Pinus</i>	
MMH3	33	Cichorioideae Caryophyllaceae	Augmentation de <i>Quercus</i> qui réatteint 20% ainsi que <i>Pinus</i> . <i>Ephedra</i> augmente. La courbe d' <i>Olea</i> connaît une légère baisse et réapparition de <i>Salix</i> en début de zone puis effacement de celui-ci. Légère augmentation de <i>Cistus</i> . Forte représentation des Cichorioïdées, des Liliacées et des Caryophyllacées. Apparition de <i>Rumex</i> . Bonne représentation des Cypéracées, de <i>Potamogeton</i> et augmentation d' <i>Isoetes</i> en fin de zone.
	27	<i>Quercus</i> <i>Plantago</i>	
MMH4	27	Caryophyllaceae Cichorioideae	Après un recul en début de zone, <i>Quercus</i> connaît une augmentation progressive contrairement à <i>Pinus</i> qui indique une évolution inverse. Les Oléacées sont stables. Apparition de <i>Calluna</i> et des Ericacées. Bonne dynamique des herbacées avec une présence continue des Asteracées, des Caryophyllacées, des Rosacées et des Apiacées. Au milieu de cette zone les taxons aquatiques ont connu une brève régression (<i>Isoetes</i> , <i>Potamogeton</i> , <i>Ophioglossum</i> , Cyperaceae). <i>Alisma</i> disparaît du cortège
	21	<i>Plantago</i>	
MMH5a	21	<i>Quercus</i> Oleaceae	Rapport AP/NAP autour de 45% au début de la zone, avec une bonne présence de <i>Quercus</i> et recul de <i>Pinus</i> , optimum des Oléacées et des Ericacées. Légère hausse des Poacées, réapparition de <i>Rumex</i> et augmentation des Ranunculacées. Présence toujours constante de <i>Plantago</i> , <i>Centaurea</i> , et Cichorioïdées. Les Caryophyllacées connaissent une baisse à la fin de la zone. Hausse d' <i>Isoetes</i> tandis que les Cypéracées sont à plus de 25%.
	13	Cichorioideae Liliaceae Ranunculaceae	
MMH5b	13	<i>Isoetes</i> <i>Pinus</i>	Augmentation de <i>Pinus</i> et régression parallèle de <i>Quercus</i> . La courbe des Oléacées est dans la continuité de la phase précédente. Réapparition de <i>Salix</i> , de <i>Cistus</i> et de <i>Juniperus</i> . Recul des Ericacées jusqu'à leur disparition. Espèces hygrophiles à leur maximum. Les <i>Isoetes</i> dépassent les 30%.
	9	Liliaceae	
MMH6	9	Cichorioideae Caryophyllaceae	Rapport AP/NAP autour de 20%. Forte présence des Cichorioïdées, ainsi que des Caryophyllacées et <i>Plantago</i> . Présence de <i>Cerealia</i> à la fin de la zone. Les courbes des autres herbacées : <i>Centaurea</i> , Asteracées, Rosacées et Apiacées sont dans la continuité de la phase précédente. Diminution de <i>Quercus</i> , courbe significative de <i>Pinus</i> . les Oléacées chutent au début de la zone. Disparition de <i>Juniperus</i> , <i>Fraxinus</i> , et les Ericacées. Maintien de la courbe des Cypéracées autour de 40%, et disparition d' <i>Isoetes</i> .
	0	<i>Plantago</i> <i>Pinus</i>	

Tableau 4-20. Tableau descriptif des zones polliniques locales (LZAP) du profil de la mare Madjen El Hnech

Figure 4-22. Diagramme pollinique complet de la mare Madjen El Hnech. (Djebel Megriss, Sétif, Constantinois)



4.3.2.1.4 Commentaire sur l'évolution de la végétation et richesse palynologique

L'analyse pollinique de la mare Madjen El Hnech apporte de précieuses informations sur l'évolution locale de la végétation du site depuis plus de 200 ans. Des précisions sont notamment apportées sur la proximité, par rapport au point de sondage, de certaines formations végétales identifiées par l'analyse pollinique. Ainsi, les pollens arboréens, largement dominés par le Pin, sont d'un apport lointain et correspondent à de l'écho régional. La principale constatation est l'ouverture du milieu, largement anthropisé dès le début de l'enregistrement. Nous orienterons donc notre discussion sur la dynamique des herbacées et des aquatiques qui révèlent les évolutions sur l'exploitation des environs du site. En effet, les analyses polliniques montrent et cela sans grande surprise que le secteur est très pastoral et ce dès le début de l'enregistrement ; cette activité étant de toute évidence prioritaire et favorisée par le rôle attractif du point d'eau que représente cette mare.

Dès la base, les hygrophytes semblent trouver des conditions favorables à leur développement. Une phase à *Isoetes* et *Potamogeton* montrent l'existence d'une mare avec une tranche d'eau permanente, qui enregistre à la fois un apport pollinique local ainsi qu'un apport plus régional apporté par le vent. Les taux des Cypéracées dépassent les 35% et reflètent l'existence de prairies humides autour du site. La végétation herbacée est largement dominée par *Plantago*, les Caryophyllacées, les Cichorioidées et les Liliacées, caractéristiques des actuels pâturages humides et reposoirs du djebel Mégriss, ce qui indique une fréquentation pastorale importante du site. La bonne représentation des herbacées héliophiles, telles que les Asteroidées, Apiacées, Brassicacées, semble conforter l'intensification locale de la pression pastorale. La présence des premières occurrences de céréales est cependant problématique à interpréter. Leur apparition isolée le long de l'enregistrement avec de faibles taux, feraient intervenir un apport lointain.

Pendant la phase MMH1b, l'intensification des pratiques anthropiques, notamment le pastoralisme, est ressentie avec l'augmentation des IPA (*Centaurea*, *Plantago*) et l'apparition d'*Artemisia*. Cette intensification de la pression humaine, semble s'accorder avec une bonne dynamique des plantes hygrophyles qui s'enrichissent de nouveaux taxons (*Ophioglossum*, *Alisma*, *Potamogeton* et *Isoetes*). La constance de l'humidité au niveau du site entraînerait une augmentation de la fréquentation de ce dernier. Cette hypothèse est confirmée dans la phase qui suit (MMH2) où le repli des marqueurs anthropiques caractérisé par la diminution des plantains et la disparition d'*Artemisia*, est concomitant avec une brève disparition des hydrophytes. Seul *Potamogeton* (indicateur du maintien d'une tranche d'eau) perdure et pourrait indiquer un assèchement partiel de la mare, dont uniquement le centre reste en eau, envahi par *Potamogeton*. L'étude des spectres

polliniques de surface de la mare, réalisée dans le chapitre précédent ne nous permet pas de confirmer cette hypothèse, puisque dans nos assemblages polliniques de surface *Potamogeton* n'est que faiblement représenté.

Il semble qu'une étroite relation entre l'hydrologie de la mare et la fréquentation de celle-ci, soit perceptible. Ainsi, la présence de marqueurs de pâturages et de piétinement concorde avec celle des taxons hydrophiles. D'autres études (Amami, 2010 ; Rhazi, 2006), ont démontré que le surpâturage favorise l'installation des espèces à cycles courts. De ce fait, l'analyse pollinique de la séquence Madjen El Hnech, comporte un grand nombre de thérophytes. D'autres espèces sont également présentes dans cette zone et dont le signalement est important, il s'agit d'*Ephedra* et de *Cistus* qui au vu de leur faibles représentations polliniques, traduisent le caractère steppique de la région, et de ce fait un milieu très ouvert.

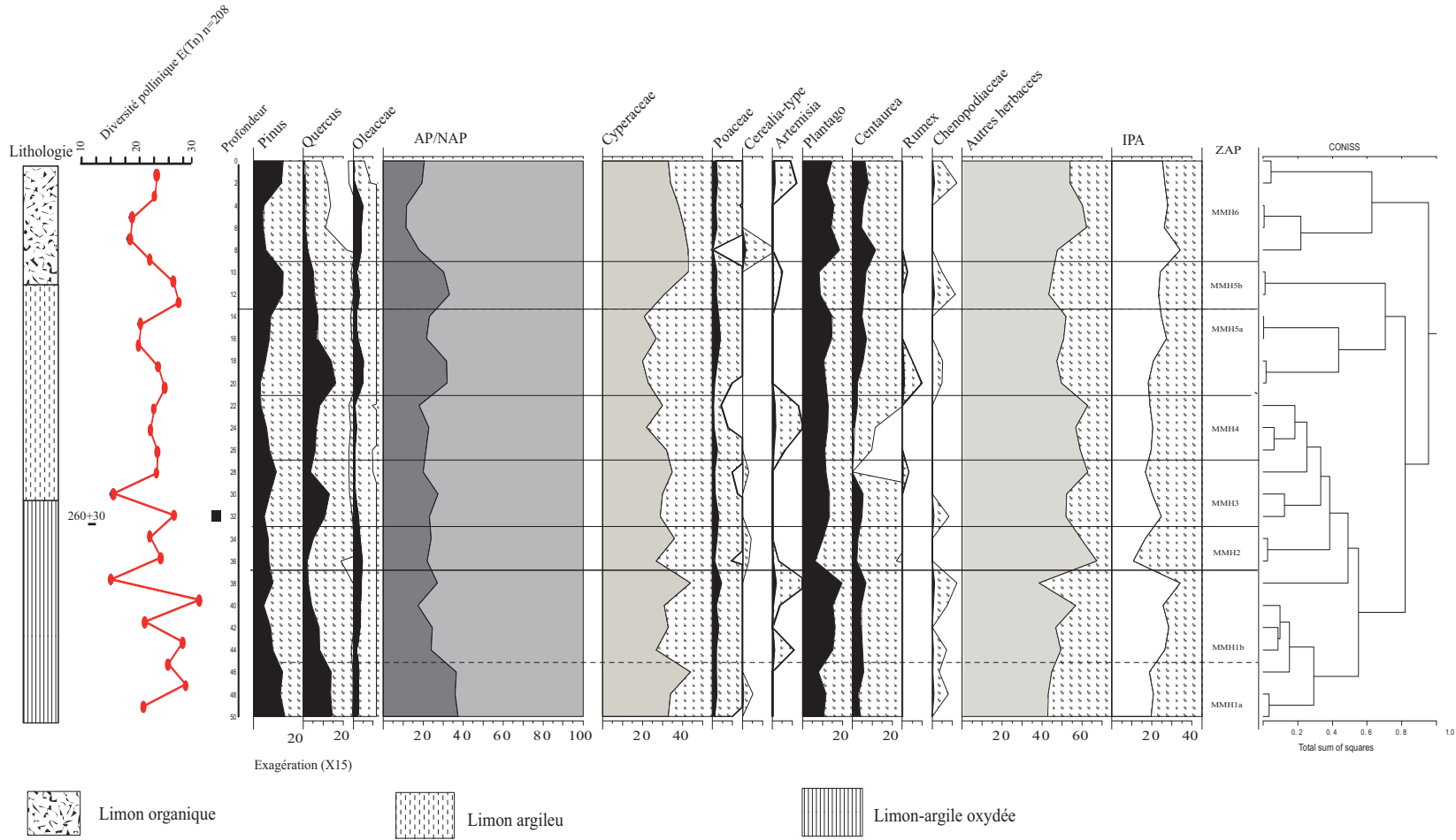
Vers 260 cal.BP environ, au début de la zone MMH3, l'ampleur de la fréquentation pastorale est révélée par les taux importants d'espèces nitrophiles et de milieux piétinés (*Plantago*, *Rumex*, Poacées) et de pâturages tels que les Liliacées, les Caryophyllacées et les Cichorioidées. Cette dernière famille est souvent associée aux activités de fauche et de pâture (Court-Picon, 2007). On note aussi une augmentation des occurrences d'*Ephedra* et l'apparition de celles de *Calluna*. *Salix* fait une brève réapparition. Il faut dire que ce dernier est un faible pollinisateur (Court-Picon, 2007), et les occurrences enregistrées peuvent être celles de quelques individus isolés qui doivent se développer dans le Djebel Mégriss. Il s'agit certainement de *Salix alba* qui est présent aujourd'hui dans le djebel. Une réapparition des taxons hydrophyles est notée, ce qui pourrait indiquer un regain d'humidité autour du site.

Lors de la phase MMH4, les données polliniques reflètent un environnement ouvert largement dominé par des plantes prairiales assez variées. Les IPA sont modestement représentés et de façons discontinues. On note toutefois la dominance de *Plantago*, des Cichorioidées et des Caryophyllacées. Cette zone voit aussi l'apparition des Ericacées et de *Calluna*. On note aussi une baisse des taxons hygrophyles notamment les Cypéracées, *Potamogeton*, *Isoetes* et la disparition d'*Alisma*.

Au début de la zone MMH5, on assiste au développement progressif d'une végétation arbustive qui s'enrichit de *Juniperus*. La détérioration des milieux pour étendre l'espace pastorale conduit à la constitution de fourrés d'espèces arbustives pionnières héliophiles. Les marqueurs pastoraux et de défrichement (*Plantago*, *Centaurea*, Renonculacées, *Scabiosa*) sont relativement bien représentés. Un développement des landes est aussi noté avec l'augmentation des occurrences des Ericacées et de *Calluna*. Localement, *Isoetes* atteint son maximum ainsi que les Cypéracées.

Les données palynologiques concernant la zone MMH6 indiquent une hausse de la pression anthropique qui est plus manifeste que celle relevée dans les zones précédentes. L'augmentation des Asteroidées, de *Centaurea*, de *Plantago*, des Cichorioidées et d'*Artemisia*, traduit une intensification et le maintien d'un système d'élevage. Le milieu connaît une modification du régime hydrique avec la disparition des *Isoetes* et l'appauvrissement en espèces hydrophiles, cela pourrait être interprété par une diminution du niveau d'eau.

Figure 4-23. Diagramme pollinique simplifié et courbe de la richesse spécifique de la mare Madjen El Hnech (Djebel Mègriss)



Diversité et richesse palynologique

L'analyse de raréfaction qui permet d'évaluer la richesse palynologique et son évolution le long de la séquence a été réalisée sur la liste de taxons amputée des aquatiques et hydrophytes, et calculée sur une somme pollinique minimum de 208 (plus petit nombre de grains de pollen comptés par niveau sur l'ensemble du profil). La courbe de la richesse palynologique est représentée sur la figure 4-23.

La richesse palynologique est d'abord inférieure à 20 taxons à la base de la séquence. Elle s'élève ensuite pour rester supérieur à 25 taxons sur toute la zone pollinique MMH1. A la fin de celle si, elle atteint même son maximum, plus de 30 taxons. Les indicateurs polliniques à cette période, sont à leur apogée, notamment *Plantago* qui atteint un taux élevé. Tout de suite après la diversité palynologique marque un recul important et tombe à 15 taxons. Ce déclin corrobore avec la phase de repli des marqueurs anthropiques. Un autre recul de la richesse palynologique est également enregistré au cours de la zone MMH3 qui est pourtant relativement diversifiée. Elle est cependant irrégulière au cours des zones MMH4, MMH5 avec des valeurs oscillant entre 20 et 30 taxons. Au début de la zone MMH6, elle descend à moins de 20 taxons, puis s'élève à 25 taxons à la fin.

Globalement là encore, les données de la richesse palynologique, montrent une corrélation entre la diversité floristique et l'anthropisation. Ainsi, la pression humaine en diminuant, conduit à une moindre diversité des pratiques et sans doute des espèces. Selon Dapples *et al.*, (2002) et Kerig et Lechterberk (2004), la pratique de fauche aux abords immédiats des zones humides, contribue au développement d'une végétation locale importante.

Pour résumer, l'analyse pollinique de ce remplissage, indique une pression anthropique à caractère pastoral continu depuis plus de 200 ans. Les courbes des plantes rudéro-nitrophiles et des indicateurs pastoraux (*Artemisia*, *Plantago*, *Rumex*, Chénopodiacées, Apiacées) suggèrent un paysage de prairies et pelouses pâturées tout au long de la séquence sédimentaire.

Dynamique de la végétation de la mare. Interprétation du profil pollinique à partir de comparaison avec les indicateurs d'anthropisation et de la pluie pollinique.

L'étude palynologique de la mare Madjen El Hnech, nous permet également de reconstituer les étapes de l'évolution des communautés végétales et l'histoire de certains taxons particulièrement intéressants sur le plan de la conservation tel qu'*Isoetes*.

Le diagramme pollinique, montre dès la base de l'enregistrement la présence de taxons caractéristiques des mares temporaires (*Isoetes*, *Ranunculus*-type, *Alisma*, *Potamogeton*). On note le maintien d'un cortège floristique similaire à l'actuel ce qui indique une certaine stabilité de ce milieu

et ce, en dépit de la forte pression anthropique et des perturbations qu'elle engendre depuis plus de deux siècles. Cela a déjà été démontré dans les travaux portant sur les dynamiques passées des mares temporaires dans la région méditerranéenne (Muller *et al.*, 2008 ; Amami, 2010 ; Ghosn *et al.*, 2010). La présence de taxons présentant des exigences écologiques différentes (terrestres et hydrophiles) stipule une structuration en ceintures de végétation. Ces faits concordent avec d'autres travaux (Rhazi *et al.*, 2001 ; Amami *et al.*, 2010). La comparaison de la composition pollinique entre le fossile et l'actuel montre la stabilité du fonctionnement écologique de la mare, et le maintien de la structure et de la composition des communautés végétales qu'elle héberge y compris dans un contexte de forte fréquentation pastorale. On pourrait donc avancer que les communautés actuelles des mares résultent d'un équilibre entre les activités humaines et les écosystèmes naturels. Leur représentation pollinique ne semble pas être affectée par les mauvaises conditions de préservation du pollen que connaissent les milieux humides temporaires. En effet l'abondance des taxons hydrophytiques aux niveaux inférieurs de la séquences pollinique, et notamment *Potamogeton*, suggère que la mare était plus profonde et que sa mise en eau était plus prolongée qu'aujourd'hui. Toutefois il faudrait prendre en compte l'influence des facteurs externes sur la pollinisation des différents taxons (production et dispersion pollinique, climat,...).

Dans les mares temporaires, les perturbations (pâturage, piétinement, fouissement) jouent un rôle important dans la dynamique végétale, où dominent des espèces à cycles courts (Medail *et al.*, 1998 ; Rhazi, *et al.*, 2006). Leur intensité augmente au printemps. Leurs effets sur la végétation restent peu connus. Pour Quezel (1998), dans les mares temporaires le pâturage est considéré comme un facteur clé pour la conservation des espèces végétales. L'étude de Amami (2010) sur la recolonisation végétale post-perturbation et les travaux portant sur l'influence des perturbations sur les successions végétales (Crain *et al.*, 2008), sur la compétition (Bertness et Shumway, 1993) et le maintien des stocks semenciers (Zedler, 2000) indiquent que la recolonisation des microsites par la végétation est rapide après une perturbation de la mare avec des différences importantes d'une année à l'autre et entre les différentes ceintures.

A la lumière de tous ces travaux et de nos données, nous pouvons penser qu'il y a une stabilité du fonctionnement écologique de la mare Madjen El Hnech et un maintien de la structure et de la communauté végétale qui la compose. L'activité anthropique la plus fréquente étant le pâturage, elle se traduit par une diminution des espèces caractéristiques (qui sont sensibles aux perturbations) mais ne cause pas leur disparition. La disparition d'*Isoetes* pourrait être due à un pompage excessif qui a dû causer l'assèchement de la mare.

Origine et dynamique des mares

Il n'y a pas eu d'études préalables sur la morphogenèse des mares temporaires du Djebel Mégriss, ce qui constitue un handicap majeur pour la connaissance de leurs origines. Nous ne pouvons donc qu'émettre des hypothèses quant à leur mise en place. Le caractère récent et le milieu très anthropisé de la mare Madjen El Hnech, suggèrent que celle-ci puisse être d'origine artificielle. Peut-être a-t-elle été creusée dans une prairie pour l'abreuvement du bétail ? Il faut dire que la région de Sétif (les hautes plaines) où se trouve le Djebel Mégriss est connue pour la culture du blé et aussi pour l'élevage. Les habitants et notamment ceux du djebel travaillent la terre depuis toujours, et encore plus sous la colonisation française.

La mare est installée dans une dépression installée dans des dépôts argilo-limoneux. Elle se trouve donc sur un substrat meuble (par opposition aux mares qui sont creusées dans des roches dures (Grillas *et al.*, 2004), ce qui a pu/pourrait entraîner l'évolution de leur forme au cours du temps. Beaucoup de facteurs peuvent influencer les dynamiques morphogénétiques et écologiques des mares, tels que le climat et l'anthropisation. Ainsi les variations de durée de l'hydropériode¹ sont liées au climat. Quand aux pratiques anthropiques, elles peuvent à long terme déstructurer le couvert végétal et soumettre ainsi le sol à l'érosion (Lamb *et al.*, 1991 ; Willis *et al.*, 1997 ; Butzer, 2005) ce qui pourrait avoir une action directe sur l'accumulation sédimentaire. Les données actuelles sur les mares temporaires donnent un taux d'accumulation moyen de 0,25-0,55 mm/an (Muller *et al.*, 2008 ; Ghosn *et al.*, 2010). Pour la mare Madjen El Hnech, le taux de sédimentation est de 0,88 mm/ an. Les mares connaissent des successions de phases d'accumulation et d'érosion attribuées à l'alternance des phases inondées, donc phase de dépôt, et de phases sèches favorables à l'érosion (Grillas *et al.*, 2004). Dans les conditions climatiques existantes à Mégriss (4 mois de sécheresse, et 8 mois de pluviométrie), il n'est pas étonnant d'avoir un bilan de l'accumulation hivernale positif. Des travaux de géomorphologie réalisés au Maroc (Beaudet, 1969 ; Amami, 2010), ont mis en évidence l'agrandissement des mares par creusement des berges sous l'effet du vent. Dans la mare Madjen El Hnech on a observé la présence de vagues qui, associées au marnage saisonnier accentuent l'érosion des berges et le remplissage sédimentaire de la mare.

¹ Durée des variations en intensité et en fréquence du niveau d'eau

4.3.2.2 La mare temporaire Kesrane. Forêt de Tamentout. Jijel. Petite Kabylie.

4.3.2.2.1 Présentation

La mare temporaire Kesrane, localisée à 1040 m. d'altitude, est située dans la forêt de Tamentout, sur la commune de Djimla (fig. 4-24). D'une surface restreinte, d'à peine 22 m de diamètre, elle se trouve au cœur d'une chênaie mixte (*Q. suber* et *Q. canariensis*). Le boisement est composé par *Erica arborea*, *Alnus glutinosa*, *Cistus*, *Rubus*, *Calycotome*...etc. Alimentée par une source, la mare est pompée à l'aide d'un tuyau qui se déverse plus loin dans une prairie. Elle abrite des espèces aquatiques telles que *Ranunculus aquatilis*, *Alisma*, *Glyceria fluitans*, *Menyanthes*, mais aussi des amphibiens et des terrestres au niveau des différentes ceintures de végétation. La mare au mois d'avril était encore en eau jusqu'à la ceinture intermédiaire.

Le caractère forestier de ce site lui confère un intérêt certain qui nous permettra d'aborder la dynamique végétale et anthropique des mares temporaires méditerranéennes dans un milieu boisé. Il faudrait signaler que cette zone n'était pas accessible il y a encore 4 ans du fait de l'insécurité qui régnait dans cette région. Donc la mare est peu fréquentée. Il nous a donc semblé pertinent de faire son étude paléoenvironnementale et ainsi faire une comparaison entre l'évolution de cette mare et celle qui se trouve dans le Djebel Mégriss qui au contraire se trouve dans un milieu asylvatique et très fréquenté.

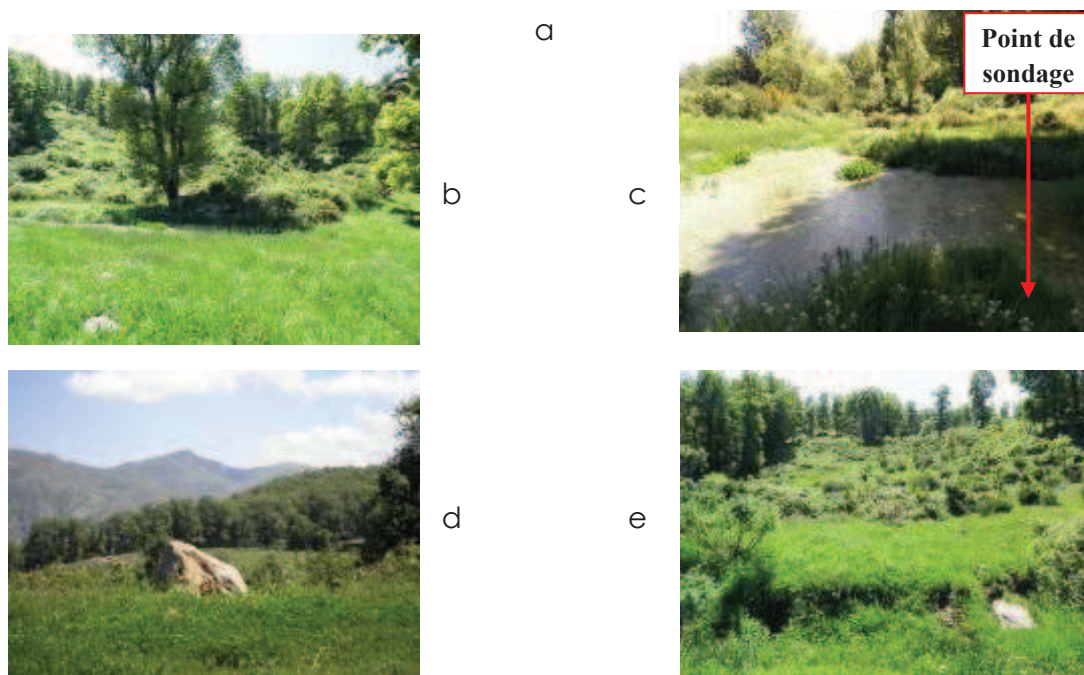
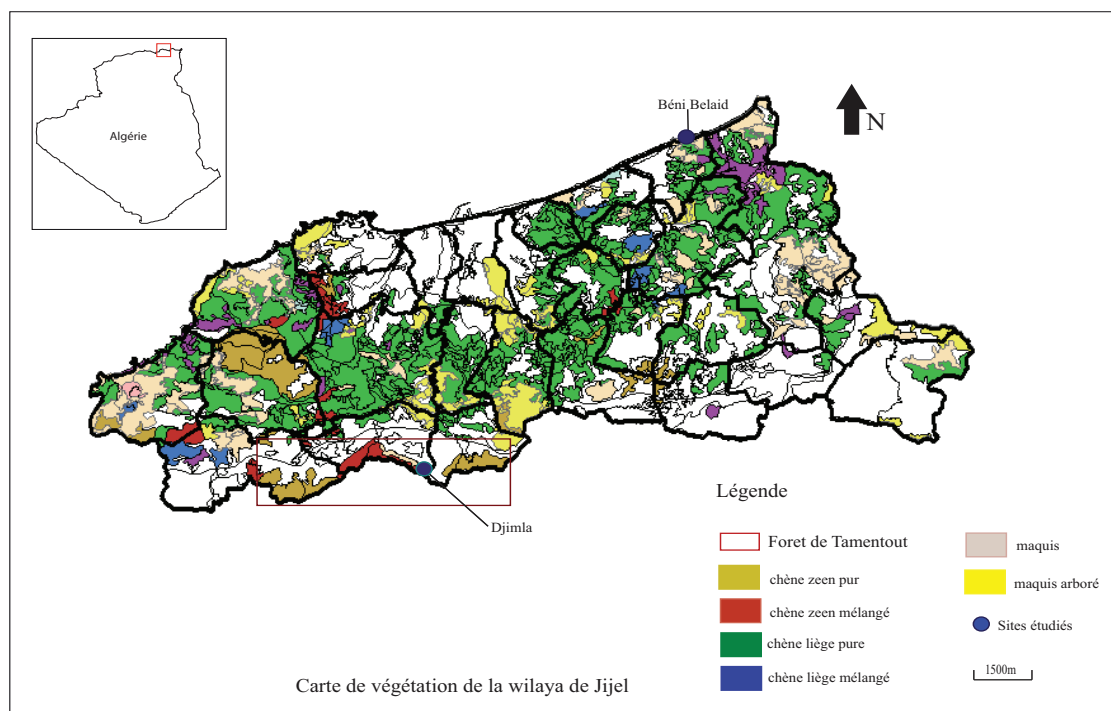


Figure 4-24. Localisation et photographies de la mare temporaire Kesrane (forêt de Tamentout, petite Kabylie). a) Carte de végétation de la wilaya de Jijel. b) et c) la mare temporaire. d) et e) Chênaie mixte

4.3.2.2.2 Lithologie et datation

Le sondage a été effectué au mois d'avril 2010 à l'aide d'un carottier manuel (type GYK) de 8 cm de diamètre. Le prélèvement sédimentaire a été réalisé au niveau de la deuxième ceinture de la mare qui était en eau et couverte de *Mentha aquatica*, *Plantago*, *Oenanthe*. L'enregistrement sédimentaire de 50 cm, est relativement homogène composé de limon argileux. La lithologie de la séquence de la mare Kesrane est composée de la manière suivante :

- 0-20 cm : Limon argileux
- 20-28cm : Argile rouge
- 28-50cm : Limon argileux

Deux datations radiocarbone AMS ont été effectuées sur sédiment total. Les âges obtenus ont été calibrés à 2 sigma avec le logiciel CLAM (Blaauw 2010).

Profondeur (cm)	Matériel	Code laboratoire	Datation radiocarbone (BP)	Calibration BP (2σ)
20-22	Limon argileux	Poz-41498	120.16± 0.36 Pmc	24 [98] 260
46-48	Limon argileux	Poz-41499	165±30 BP	-3* [178] 288

Tableau 4-21. Datations radiocarbone AMS réalisées au Poznan Radiocarbon laboratory-Pologne

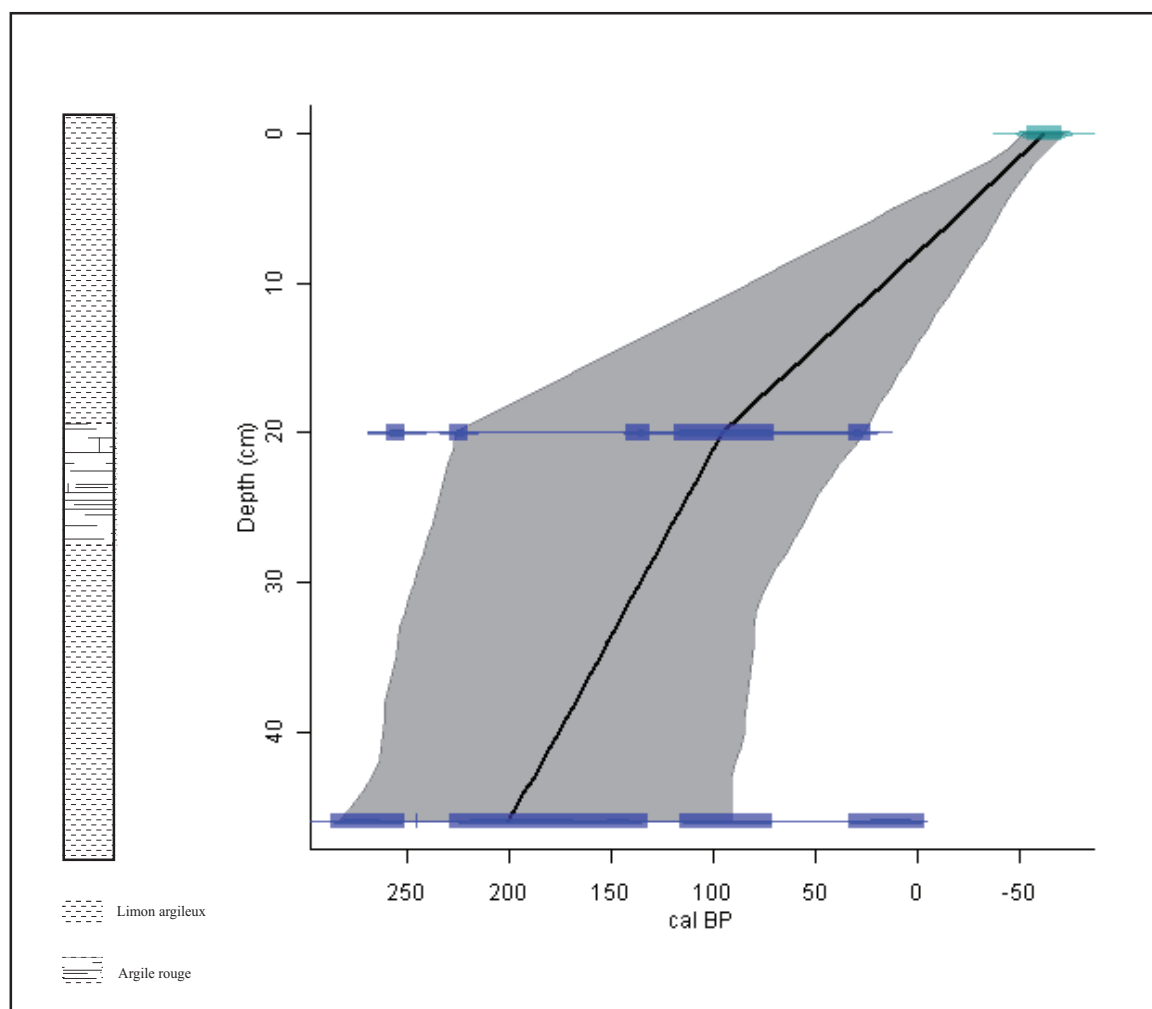


Figure 4-25. Modèle Age/Profondeur de la mare temporaire Kesrane. Forêt de Tamentout

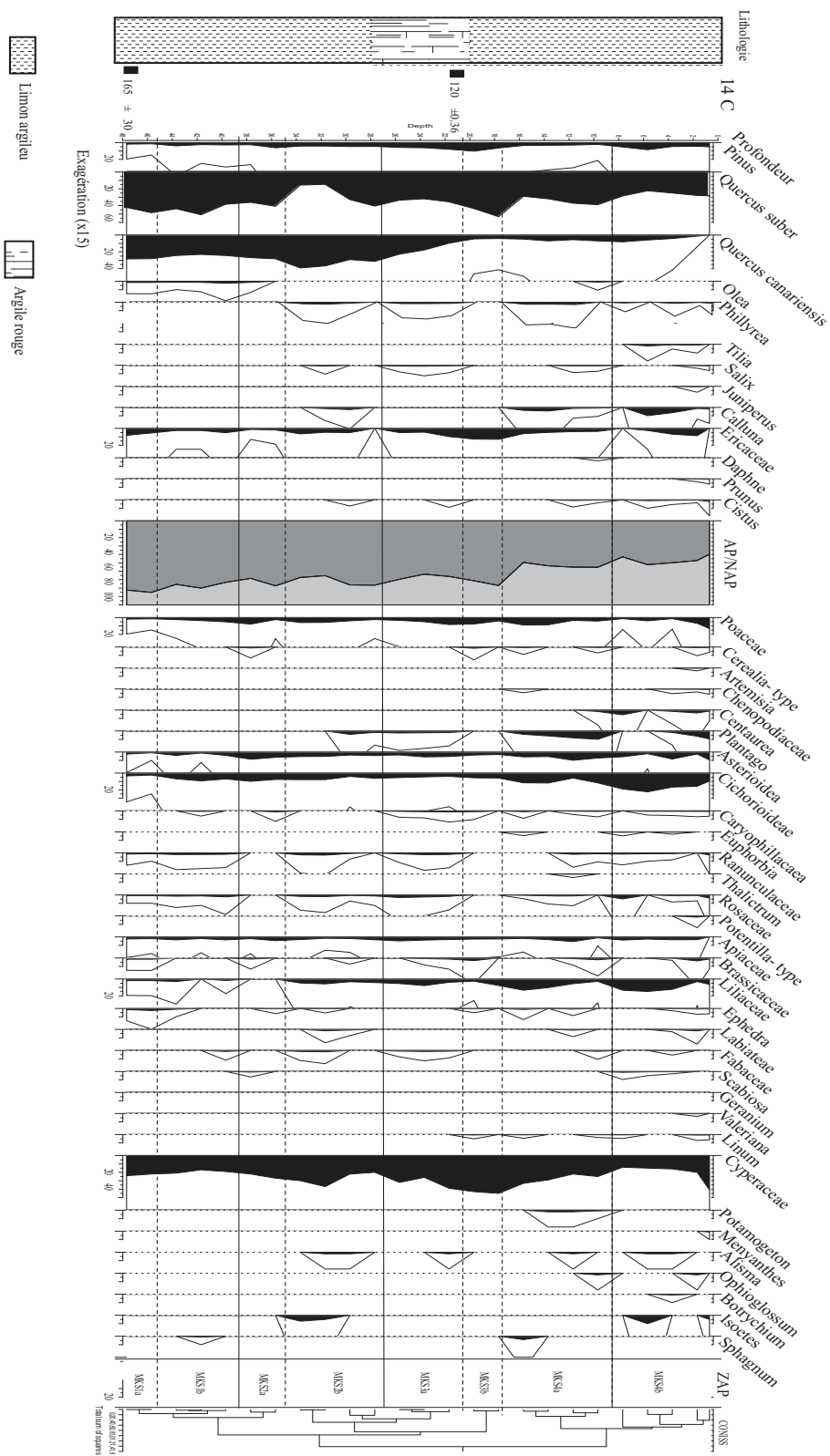
4.3.2.2.3 Résultats des analyses polliniques et commentaire du diagramme

Le résultat des analyses polliniques est présenté dans un diagramme pollinique complet (fig. 4-26), ainsi que dans un diagramme synthétique simplifié (fig. 4-27). Le diagramme pollinique est subdivisé en quatre zones d'assemblages polliniques locales (LZAP), qui ont été subdivisées en sous zones quand cela fut nécessaire.

ZAP	Prof. (cm)	Taxons	Description
MKS1a	45 38	<i>Quercus suber</i> <i>Quercus canariensis</i> -type Cyperaceae	Rapport AP/NAP autour de 90%. Forte représentation de <i>Quercus suber</i> et de <i>Quercus canariensis</i> -type qui dépassent les 30-40%. <i>Pinus</i> et <i>Olea</i> sont plus modestement représentés. Les Ericacées atteignent 10%. Faible représentation des herbacées et taux significatifs des Cypéracées.
MKS1b	38 35	<i>Quercus suber</i> <i>Quercus canariensis</i> -type Cyperaceae Cichorioideae	Régression de <i>Quercus canariensis</i> -type, ce qui affecte légèrement le taux des AP qui passe à 80%. <i>Pinus</i> augmente légèrement et la courbe d' <i>Olea</i> est dans la continuité de la zone précédente. Augmentation des herbacées avec hausse des Cichorioidées et des Poacées. Légère baisse des Cypéracées et apparition de <i>Sphagnum</i>
MKS2a	35 27	<i>Quercus suber</i> <i>Quercus canariensis</i> -type Cyperaceae <i>Pinus</i>	Baisse de <i>Quercus suber</i> et légère augmentation de <i>Quercus canariensis</i> -type. Disparition à la fin de la zone d' <i>Olea</i> . Augmentation des herbacées notamment Poacées, Cichorioidées et Asteroidées et apparition des premières occurrences de <i>Cerealía</i> . Augmentation des Cypéracées.
MKS2b	27 20	<i>Quercus canariensis</i> -type Cyperaceae <i>Quercus suber</i>	Importante régression au début de la zone de <i>Quercus suber</i> qui passe de 40% à 20% et parallèlement augmentation de <i>Quercus canariensis</i> -type qui atteint son maximum avec 40%. Apparition de <i>Phyllirea</i> , <i>Salix</i> , <i>Calluna</i> et <i>Cistus</i> . Augmentation en nombre et en quantité des herbacées et apparition de <i>Plantago</i> en fin de zone. Les Cypéracées atteignent 40%, <i>Isoetes</i> et <i>Alisma</i> viennent enrichir la flore.
MKS3a	20 17	<i>Quercus suber</i> <i>Quercus canariensis</i> -type Cyperaceae Liliaceae	Maintien du rapport AP/NAP autour de 80%, mais variations importantes des taxons forestiers avec chute de <i>Quercus canariensis</i> -type et hausse de <i>Pinus</i> et des Ericacées. Courbes des taxons herbacés dans la continuité de la phase précédentes, sauf pour les Poacées et les Liliacées qui connaissent une légère augmentation.
MKS3b	17 9	<i>Quercus suber</i> Cyperaceae Ericaceae <i>Pinus</i>	Rapport AP/NAP dépasse les 85%, grâce à <i>Quercus suber</i> qui connaît un pic et atteint les 60%. Régression parallèle de <i>Quercus canariensis</i> -type et optimum des Ericacées. Expansion plus modeste de <i>Pinus</i> . Brève disparition de <i>Phyllirea</i> . Hausse des Poacées, des Cichorioidées et des Liliacées. Réapparition des Céréales. Premières occurrences de <i>Linum</i> . Les Cypéracées atteignent leur maximum avec plus de 40%.
MKS4a	9 0	<i>Quercus suber</i> <i>Plantago</i> Poaceae Cichorioideae Liliaceae	Rapport AP/NAP chute à 50%. Baisse considérable de <i>Quercus suber</i> . Courbes de <i>Quercus canariensis</i> -type et <i>Pinus</i> dans la continuité de la phase précédente. Réapparition de <i>Phyllirea</i> , d' <i>Olea</i> , de <i>Salix</i> , de <i>Calluna</i> et premières occurrences de <i>Daphne</i> . Augmentation et diversification des herbacées et des IPA : <i>Cerealía</i> , <i>Plantago</i> , Cichorioidées, Chénopodiacées. Taux significatifs des Cypéracées, de <i>Sphagnum</i> , de <i>Potamogeton</i> et d' <i>Alisma</i> .

ZAP	Prof. (cm)	Taxons	Description
MKS4b	0	<i>Quercus suber</i> Cichorioideae Liliaceae <i>Calluna</i>	Augmentation de <i>Quercus suber</i> au début de la zone puis déclin de celui-ci. Légère hausse de <i>Pinus</i> et <i>Quercus canariensis</i> -type. Augmentation importante de <i>Calluna</i> et des Ericacées. Augmentation des herbacées, notamment les Cichorioidées qui atteignent leur maximum ainsi que les Liliacées. Apparition de <i>Centaurea</i> et d' <i>Artemisia</i> . Diversification des taxons hydrophytiques.

Tableau 4-22. Tableau descriptif des zones Polliniques locales (ZAP) du profil de la mare temporaire Kesrane (forêt de Tamentout, petite Kabylie)



4.3.2.2.4 Commentaire sur la dynamique de la végétation et la diversité floristique

L'enregistrement sédimentaire de la mare temporaire Kesrane recouvre à peine plus de deux cent ans, tout comme dans le cas de la mare précédente.

Au début de l'enregistrement, vers 178 cal.BP, le site de Kesrane se trouve dans un environnement forestier dominé par une formation mixte à *Quercus suber* et *Quercus canariensis*-type. *Pinus* et *Olea* sont également présents. La courbe des Ericacées indique une présence des landes. La part des herbacées héliophiles est faible (moins de 10%) et dominé par les Poacées, les Asteroidées et les Liliacées. Le rideau d'arbres bordant la zone humide a sans doute joué ici, un rôle de filtre amoindrissant la représentation pollinique de la plupart des taxons herbacés anémophiles ; ce qui représente un biais indiscutable pour la perception des indices polliniques d'anthropisation.

Le début de la zone pollinique MKS2a indique une ouverture du milieu forestier avec une baisse de *Quercus suber* parallèle à l'augmentation des Poacées et à l'apparition des premières occurrences de *Cerealia*. *Quercus canariensis*-type et *Pinus* ont toujours une forte représentation pollinique. Quant aux valeurs d'*Olea*, elles diminuent et deviennent nulles à la fin de la zone, ses occurrences pouvant être liées à un apport lointain. Parallèlement, *Phyllirea* et *Salix* font leur apparition dans les assemblages polliniques avec des représentations modestes. Au cours de cette phase, estimée d'après notre modèle d'âge vers 152 cal.BP, environ, la part des plantes rudérales et prairiales s'amplifie et se diversifie (Asteroidées, Cichorioidées, Caryophyllacées, Liliacées, Brassicacées...). *Scabiosa* fait une brève apparition, ce qui pourrait indiquer l'existence de prairie humide ou de fauche à proximité du site ; hypothèse qui semble renforcé par la forte représentation des Cypéracées.

Lors de la phase d'après, MKS2b, , un changement important touche la forêt où l'on assiste à une chute de *Quercus suber* qui passe de 45% à 20%, ce qui a servi à *Quercus canariensis* - type qui connaît une expansion importante. Cet épisode coïncide avec l'apparition de *Plantago* et l'augmentation des taxons herbacés ainsi que l'expansion des landes. On pourrait croire, sans preuves tangibles toutefois, que des coupes importantes ont eu lieu dans la subéraie. Les Cypéracées atteignent 40% et les *Isoetes* ainsi qu'*Alisma* font leurs apparitions. Associés à la présence de *Salix*, ces indices pourraient refléter une augmentation de l'humidité.

Lors de la phase pollinique MKS3a., vers 100 cal.BP environ, les valeurs de *Quercus canariensis*-type chutent. Cette importante réduction de la chênaie entraîne une augmentation des processus érosifs comme en atteste l'augmentation de la fraction minérale mise en évidence par la perte au feu (fig. 4-27). Considérant les données sur la végétation actuelle du site et le contexte dans lequel se trouve ce

dernier, à savoir une chênaie mixte, cette réduction pollinique du chêne zéen pose problème. Pourquoi le chêne zéen disparaît-il des spectres polliniques alors qu'il est présent actuellement ? S'agit-il d'un problème de conservation différentielle du matériel pollinique imputable au changement sédimentaire observé ou bien peut évoquer le rôle de certaines pratiques sociales ?

L'hypothèse qui peut être proposée pour l'interprétation de ce fait majeur qui marque l'histoire de notre site, est que ces chênes zéen auraient pu être émondés. L'exploitation du feuillage et des jeunes rameaux pourrait expliquer alors la disparition de toute représentation pollinique en raison d'une absence de floraison. Ce processus a été observé au sujet des taillis de hêtre pyrénéens (Galop, 1998). Nous n'avons malheureusement pas de documentation sur cette pratique. Par contre, l'histoire de la végétation d'Algérie (Messaoudène, 1989 ; 2008 ; Louni, 1994), révèle que le chêne zéen a eu une extension bien plus supérieure que celle d'aujourd'hui, et que durant les périodes 1850 à 1951, il a subi des exploitations intenses dans toute l'Algérie. En effet, son bois fut utilisé pour faire des poteaux de mines, des traverses de chemin de fer et des charpentes traditionnelles. Cette période coïncide avec la chute du zéen dans nos assemblages polliniques. Il est fort probable que la forêt de Tamentout ne fut pas épargnée par cette vague d'abattage.

Cette réduction du chêne zéen est contemporaine de l'extension des landes et du développement des pratiques agropastorales, reflétées par la hausse des taxons herbacés (Poacées, Cichorioidées, Liliacées) et la présence d'indices polliniques d'anthropisation tels que les céréales et le plantain.

Cette période correspond au début de la colonisation française, vers 1830. Malheureusement nous ne disposons pas de documentation sur l'occupation du secteur à ce moment là, mais de manière générale, la conquête de l'Algérie, et entre autre des montagnes kabyles, a repoussé les populations dans les montagnes où des aménagements pastoraux auraient été nécessaires.

En dépit de la réduction du zéen, les données palynologiques concernant le début de la zone MKS3b indiquent un recul local des activités pastorales. Cette tendance au repli est marquée par une extension de *Quercus suber* (qui atteint 60%), des Ericacées et plus modestement de *Pinus* ainsi qu'à la faible représentation ou à la disparition de certains taxons herbacés (Renonculacées, Rosacées, Labiacées, Fabacées et *Plantago*). La persistance des céréales relevant quant à elle d'un écho pollinique régional. Lors de cette période, l'érosion du sol diminue, la teneur en cendres, passe de 14% à 6%. Cette tendance est en totale adéquation avec une dynamique de reconquête forestière.

La zone MKS4a, marque une nouvelle phase de recul de la forêt et reflète une phase de transition importante, car on y décèle une période d'emprise anthropique plus forte que celles enregistrées lors des phases précédentes. En effet, les taux de pollen de *Quercus suber* et de *Pinus* diminuent franchement. Ce phénomène est associé à l'apparition de *Calluna* et d'*Olea* et à une forte

augmentation des Poacées, des Cichorioidées, des Liliacées et des indices polliniques d'anthropisation : *Cerealia*-type, *Plantago*, Chénopodiacees. Cette phase indique également une évolution importante de la représentation des taxons aquatiques, avec l'apparition de *Potamogeton*, d'*Ophioglossum*, et d'*Alisma* qui indique une période de mise en eau de la mare. La végétation à la fin de cette zone est toujours très ouverte, pionnière, dominée par les Cichorioidées, les Liliacées, *Plantago* avec la présence de *Centaurea* et l'apparition des premières occurrences d'*Artemisia*, ce qui plaide en faveur d'une pratique de la fauche. La présence de *Juniperus*, *Prunus*, *Cistus*, suggère le développement progressif d'une végétation secondaire arbustive.

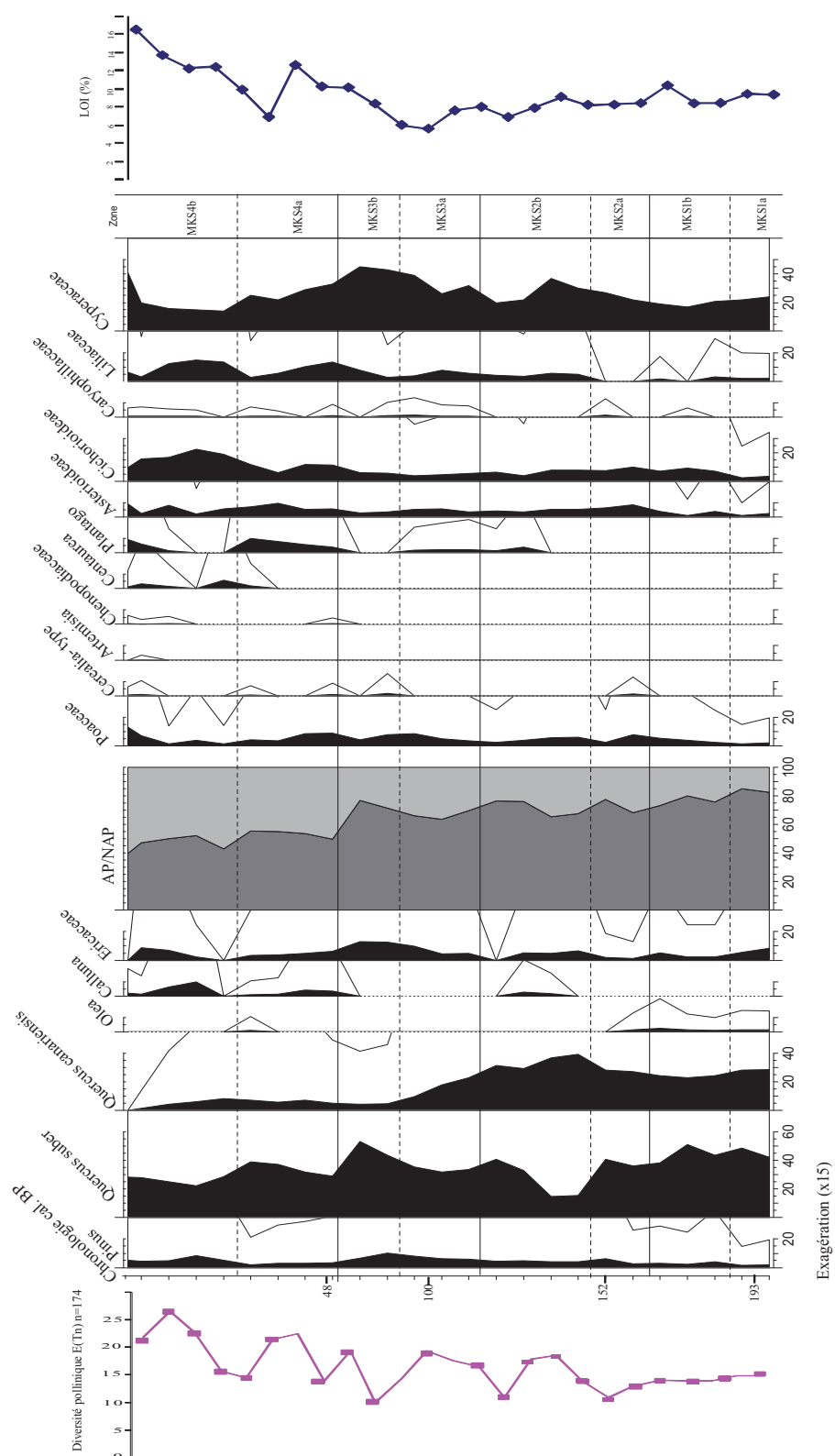


Figure 4-27. Diagramme pollinique simplifié de la mare temporaire Kesrane (forêt de Tamentout)

Diversité et richesse palynologique

La diversité taxonomique primaire du profil sédimentaire de la mare Kesrane, corrigée pour chaque spectre par la méthode de l'analyse de raréfaction (Birks et Line, 1992), a conduit à l'établissement de la courbe de richesse palynologique (fig. 4-27).

La richesse est constante, aux alentours de 15 taxons depuis la base, jusqu'à 32 cm où elle atteint 20 taxons. Ce seuil correspond à la zone pollinique où l'activité anthropique commence à se faire sentir et notamment l'apparition des premières occurrences de *Plantago*. Elle se stabilise ensuite autour de 22 taxons, avant d'entamer une diminution jusqu'au niveau 28 cm où elle descend à 10 taxons. A ce moment là, les analyses polliniques de la séquence sédimentaire montrent un repli des activités anthropiques notamment le pâturage et par conséquent le recul des indices polliniques d'anthropisation.

A partir de 18 cm, elle entame une ascension progressive jusqu'au sommet de la séquence où elle atteint ses valeurs les plus hautes entre 22 et 25 taxons. Sa progression est le reflet d'une dynamique anthropique importante qui est traduite dans les assemblages polliniques par l'augmentation des marqueurs d'anthropisation et un rapport AP/NAP inférieur à 50%.

Au final, la richesse palynologique permet de distinguer deux phases le long du profil sédimentaire de la mare. La première, de 48 cm à 32 cm, ne dépasse pas 15 taxons et correspond à un milieu totalement fermé. La deuxième, de 32 cm jusqu'à la surface, bien que ses valeurs présentent des fluctuations importantes, présente une richesse supérieure à 15 taxons. Cette phase est marquée par l'apparition et l'amplification des marqueurs polliniques d'anthropisation, notamment de pastoralisme.

Conclusion

L'analyse pollinique du remplissage sédimentaire de la mare Kesrane, couvre une courte durée équivalente à deux siècles. Ceci dit, met en évidence une pression anthropique accentuée pendant le dernier siècle. L'idée d'une déforestation survenue vers 130 cal.BP environ, est soutenue par l'ensemble des données acquises (perte au feu, richesse palynologique). Cette époque, correspond à la période de l'occupation française. Les forêts montagnardes de l'Algérie ont alors constitué un refuge non seulement pour la population qui a été repoussée dans les montagnes, mais aussi, bien plus tard, de 1954 à 1962, pendant la guerre d'Algérie, pour les combattants appelés alors maquisards. Les bombardements de l'armée française contre ces derniers ont largement contribué au déclin de ces forêts qui des années plus tard, ont connu le même sort. Ces forêts ont en effet été incendiées pour faire face au terrorisme qui a touché l'Algérie pendant plus de dix ans, à partir de 1991.

L'absence par contre de taxons caractéristiques des mares temporaires au début de la séquence suggère que la mise en place de la mare est récente et d'origine anthropique. La présence des Cypéracées dès la base et avec force montre le caractère humide du site d'étude. La mise en place de cette mare est concomitante à l'ouverture du milieu et à l'augmentation des marqueurs d'anthropisation ; il ne serait donc pas étonnant qu'elle ait été creusée pour des activités d'élevage, d'irrigation ou de stockage d'eau.

4.3.3 Les Tourbières

4.3.3.1 La formation tourbeuse Mégriss Ouest

4.3.3.1.1 Présentation

Le flanc Ouest du Djebel Mégriss est caractérisé essentiellement par des pâturages rocailleux et des prairies mésophiles. La formation tourbeuse, qui s'étend sur une dizaine de mètres carrés, se trouve sur un terrain pentu à 1600 m d'altitude (fig. 4-28). Elle est alimentée par les eaux de ruissellement et une source qui se trouve au nord. Un boisement de Cèdre d'une dizaine d'années la ceinture au sud. L'imperméabilité certaine du sol a permis le développement de cette formation riche en espèces hygrophyles (*Juncus*, *Callitriche*, *Lemna minor*, *Menyanthes*, *Isoetes*, *Ranunculus bulbosus*, *Oenanthe virgata*, *Mentha aquatica* ...etc). Son environnement proche est typique du paysage du Djebel Mégriss, à savoir une prairie pâturée à *Asphodelus microcarpus*. Cette formation tourbeuse est isolée des zones d'habitation, mais reste fréquentée par le bétail.

Nous ne connaissons pas d'autres tourbières à Mégriss. Les travaux portant sur la végétation et les zones humides (Gherzouli, 1998 ; 2005 ; Boulaachab, 2000 ; 2005 ; 2006 ; 2007 ; 2009 ; 2010 ; 2011), n'en citent aucune. Il nous a donc semblé intéressant d'y conduire des études palynologiques. Il s'agit des premières données paléoenvironnementales dans ce secteur biogéographique.



a



b



c

Figure 4-28. a) Carte de localisation et photographie de la formation tourbeuse Mégriss Ouest (Sétif, Constantinois). b) reboisement de Cèdre au sud de la formation. c) affleurement de la roche mère au nord de la formation tourbeuse

4.3.3.1.2 Lithologie et datation

Le sondage a été effectué au mois d'avril 2009 à l'aide d'un carottier manuel (Type GYK) de 5 cm de diamètre. Il a permis l'extraction d'un enregistrement sédimentaire de 50 cm constitué de tourbe et de limon. La lithologie de cette séquence prélevée au centre de la formation tourbeuse se décompose ainsi :

- 0-14 cm : sédiments organiques correspondant à la formation paratourbeuse actuelle.
- 14-30 cm : limon avec sable jaune
- 30-50 cm : limon argileux

Deux datations radiocarbone AMS ont été effectuées sur sédiment total en raison d'une absence de macrorestes végétaux. Les âges obtenus ont été calibrés à 2 sigma avec le logiciel CLAM (Blaauw, 2010) (Fig.4-29). Cet enregistrement permet de connaître l'histoire récente de la végétation et l'origine de cette formation.

Profondeur (cm)	Matériel	Code laboratoire	Datation radiocarbone (BP)	Calibration BP (2σ)
14-16	Tourbe	Poz.41496	107.76 ± 0.47	32 [119] 256
26-28	Limon	Poz-41497	138.43 ± 0.4	14 [145] 268

Tableau 4-23. Datations radiocarbone AMS réalisées au Poznan Radiocarbon laboratory-Pologne

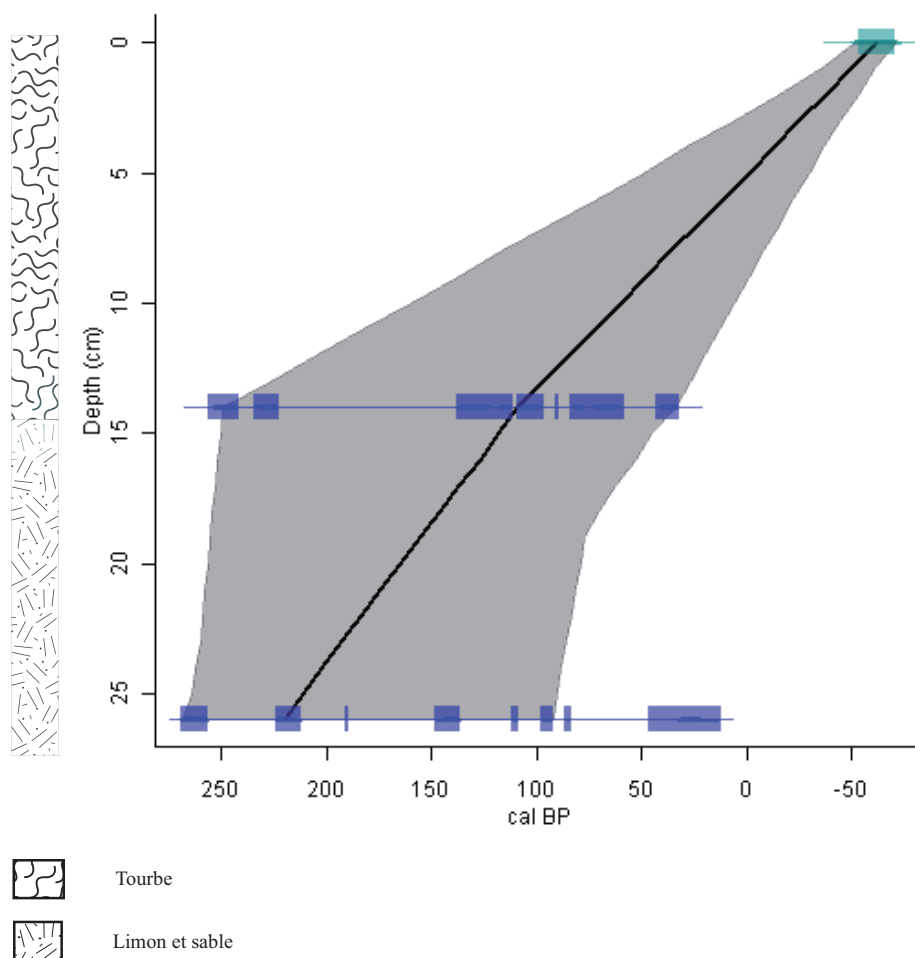


Figure.4-29. Modèle Age/Profondeur de la formation tourbeuse Mégriss Ouest (Sétif, Constantinois)

4.3.3.1.3 Résultats des analyses polliniques et commentaire du diagramme

Les résultats des analyses polliniques sont représentés dans un diagramme pollinique complet (fig. 4-30), ainsi que dans un diagramme synthétique simplifié (fig. 4-31). Le diagramme pollinique est subdivisé en 4 zones d'assemblages polliniques locales (LZAP), qui sont à leur tour subdivisées en sous-zones quand nous avons estimé cela nécessaire. La détermination des zones polliniques a été établie par l'analyse statistique CONISS de l'extension TGView du logiciel TILIA (Grimm, 1991-1993).

LZAP	Prof.(cm)	Taxons	Description
TO1a	45 39	<i>Elatine</i> <i>Plantago lanceolata</i> <i>Centaurea</i> <i>Fumaria</i> Cichorioideae	Le rapport AP/NAP est presque nul. <i>Pinus</i> et <i>Olea</i> sont très faiblement représentés et sont les seuls taxons arboréens présents. <i>Elatine</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Centaurea</i> , <i>Fumaria</i> et les Cichorioidées sont dominants. Bonne représentation des Poacées et d' <i>Artemisia</i> .
TO1b	39 37	<i>Artemisia</i> <i>Plantago</i> Cichorioideae <i>Elatine</i> <i>Fumaria</i> <i>Isoetes</i>	Les taxons arboréens sont toujours aussi peu représentés. Premières occurrences de <i>Quercus</i> . Légère hausse d' <i>Olea</i> qui est parallèle à une expansion rapide et importante d' <i>Artemisia</i> qui atteint les 20% ainsi que les Cichorioidées, <i>Plantago</i> , <i>Fumaria</i> et <i>Centaurea</i> . Courbe continue des Poacées. Petite régression d' <i>Elatine</i> en début de zone et brève disparition d' <i>Isoetes</i> .
TO2a	37 23	<i>Isoetes</i> <i>Pinus</i> <i>Plantago lanceolata</i> <i>Centaurea</i> <i>Rosaceae</i>	Rapport AP/NAP autour de 20% en début de zone. <i>Pinus</i> dépasse les 20%, <i>Quercus</i> autour de 15%. Les taxons arboréens (<i>Ericacées</i> , <i>Cistus</i>) font leur apparition. Baisse d' <i>Artemisia</i> , diffusion importante de <i>Centaurea</i> et courbe irrégulière mais importante de <i>Plantago lanceolata</i> . Hausse des Asteroidées. Forte présence des hygrophiles avec apparition de <i>Menyanthes</i> , <i>Botrychium</i> . Les <i>Isoetes</i> atteignent en début de phase leur optimum avec plus de 60%.
TO2b	23 15	Oleaceae <i>Quercus</i> <i>Pinus</i> <i>Plantago lanceolata</i> <i>Elatine</i>	Rapport AP/NAP autour de 40%. Augmentation de <i>Quercus</i> , d' <i>Olea</i> et de <i>Cistus</i> . Apparition des premières occurrences de <i>Cerialia</i> -type. Pic d' <i>Elatine</i> et apparition de <i>Myriophyllum</i> .
TO3	15 9	Cyperaceae <i>Fumaria</i> <i>Plantago</i> Asteroideae Cichorioideae Fabaceae	Baisse au début de la zone de <i>Pinus</i> et d' <i>Olea</i> , et hausse de <i>Quercus</i> . La forêt s'enrichit de taxons arboréens et arbustifs (<i>Salix</i> , <i>Juniperus</i> , <i>Calluna</i> , Myrthacées et <i>Daphne</i>). Spectres des herbacées diversifiés, dominés par <i>Plantago</i> et <i>Fumaria</i> . Les IPA sont assez bien représentés (<i>Cerialia</i> -type, <i>Artemisia</i> , <i>Centaurea</i>). La fin de cette zone est marquée par la disparition d' <i>Elatine</i> et l'augmentation des Cypéracées qui dépassent les 80%. Disparition de <i>Myriophyllum</i> après une brève apparition.
TO4a	9	Poaceae <i>Plantago lanceolata</i> <i>Plantago</i> Asteroideae <i>Pinus</i>	Courbe irrégulière de <i>Pinus</i> et légère baisse de <i>Quercus</i> . Stabilité d' <i>Olea</i> , de <i>Salix</i> , des <i>Ericacées</i> et <i>Cistus</i> . Brève disparition des Myrthacées. Augmentation des taux de Poacées et plus modestement ceux des IPA. Stabilité des herbacées. Baisse générale des hygrophytes.
TO4b	0	Cyperaceae <i>Plantago lanceolata</i> <i>Fumaria</i>	Maintien de la courbe de <i>Pinus</i> au dessus de 20% au début de la zone puis important recul de ce dernier. Stabilité des autres taxons arboréens. Disparition des <i>Ericacées</i> . Expansion rapide de <i>Plantago lanceolata</i> et de <i>Fumaria</i> en fin de zone. Disparition d' <i>Alisma</i> et de <i>Menyanthes</i> .

Tableau 4-24. Tableau descriptif des zones polliniques locales (LZAP) du profil de la formation tourbeuse Mégriss Ouest

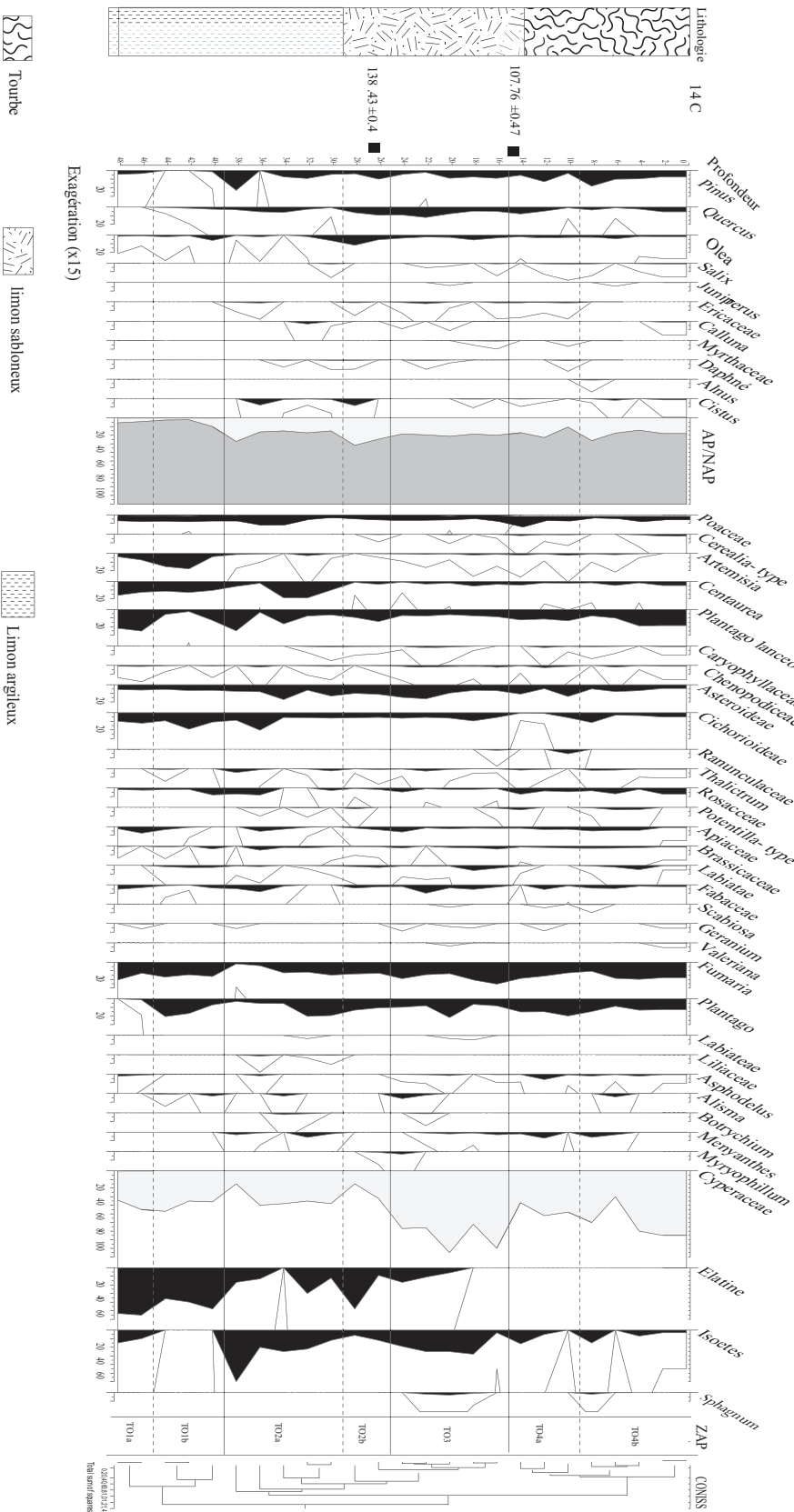


Figure 4-30. Diagramme pollinique complet de la formation tourbeuse Mègriss Ouest

4.3.3.1.4 Commentaire sur la dynamique de la végétation et la diversité floristique

L'enregistrement pollinique de la séquence de la formation tourbeuse Mégriss Ouest, permet de retracer l'histoire de la végétation et des actions anthropiques durant les deux derniers siècles au moins.

La base de l'enregistrement, n'a pas pu être datée et son estimation chronologique est une tâche délicate, mais on peut envisager sur la base du MAP que l'enregistrement remonte jusque vers 390 cal.BP environ, si on considère bien sûr que le taux de sédimentation n'a pas changé. Ceci dit, l'enregistrement pollinique indique dès la base de la séquence et cela sans ambiguïté, comme pour le site Madjen El Hnech, un environnement très ouvert, largement anthropisé. Les spectres herbacés sont assez diversifiés et des marqueurs polliniques d'anthropisation sont présents : les rudéro-nitrophiles (*Artemisia*, Chénopodiacées, *Plantago*) ainsi que les taxons liés au piétinement et passages des troupeaux (*Potentilla-type*, *Plantago lanceolata*, *Centaure*, Astéroïdées). Certains taxons sont très régulièrement présents avec des taux importants tels que *Fumaria*. Ce dernier est indicateur des lieux cultivés. Les occurrences de *Pinus* et celles des Oleacées, sont à mettre en liaison avec l'écho pollinique régional de ces deux espèces.

Les Cypéracées font partie de la végétation hygrophile prairiale locale, poussant en ceinture autour du milieu de dépôt qui est en eau. La forte présence des plantes hygrophiles témoigne des conditions d'humidité du site. Il faut signaler qu'*Isoetes* et *Elatine* sont des espèces caractéristiques des mares temporaires méditerranéennes.

Pendant la zone TO1b, une expansion d'herbacée steppique est enregistrée, notamment *Artemisia* qui dépasse les 20%. Cette végétation steppique, secondée par la brève disparition d'*Isoetes* ainsi que la diminution des occurrences d'*Elatine* et de celles des Cypéracées, suggère un assèchement local du site, ce qui a certainement limité la fréquentation pastorale. La chute de *Plantago lanceolata* en témoigne. Mais cette situation ne dure pas trop longtemps puisque à la fin de la zone, la courbe de ce dernier repasse à 20% et *Isoetes* est à son maximum.

La phase TO2 est visiblement caractérisée par un enrichissement en arbustes (*Daphne*, *Cistus*) et en Ericacées, reflétant un développement des landes. Le début de cette zone est défini par une augmentation des occurrences de *Plantago lanceolata*, des Rosacées et des Fabacées, taxons que nous avons identifiés comme indicateurs pastoraux et d'ouverture de milieu lors de l'étude de la végétation anthropique actuelle. Au milieu de cette zone, les occurrences de *Plantago*, de *Centaurea*, d'*Artemisia*, des Rosacées, et de *Fumaria* baissent considérablement, accompagnées par le déclin des hydrophiles. La régression de ces marqueurs indique une baisse de la fréquentation pastorale du site.

Par contre les taux élevés des Cichorioidées, et des Poacées y indiquent une pratique de la fauche. Suite à cette phase de repli des pratiques pastorales, on remarque à la fin de la zone, une nouvelle période d'emprise suggérée par l'augmentation des marqueurs polliniques d'anthropisation (*Centaurea*, *Plantago lanceolata*, *plantago*) et la diversité des plantes prairiales (Caryophyllacées, Labiacées, Liliacées), indiquant une amélioration des pratiques pastorales. La présence discrète de plusieurs taxons hygrophiles (*Botrychium*, *Alisma*, *Menyanthes*) révèle, un accroissement local de l'humidité.

La zone TO2b, estimée vers 145 cal.BP environ, est marquée par un recul des indicateurs polliniques d'anthropisation et de la strate herbacée en général. Les occurrences des Cyperacées baissent et certaines hydrophytes (*Menyanthes*, *Botrychium*, *Alisma*) disparaissent. Cette perturbation du régime hydrique du site a visiblement limité sa fréquentation par les troupeaux. Régionalement, *Olea* se développe ainsi qu'en témoigne l'augmentation de ses fréquences polliniques. Cela nous renvoie aux résultats obtenus sur le site Madjen El Hnech sur le flanc Est, où les valeurs de ce taxon sont aussi importante à la même période.

La phase TO3 marque un réel changement dans la végétation locale, avec la disparition d'*Elatine*, la régression des hydrophytes et l'apparition des premières occurrences de *Sphagnum*. Cette phase, estimée à 135 cal.BP environ, pourrait correspondre au comblement du site et au développement de la tourbière. Cette évolution vers une tourbière est également marquée dans le changement de sédimentation et la transition entre sable et limon organique. Tous ces éléments laissent à penser que cette formation paratourbeuse était à l'origine une mare temporaire qui s'est progressivement comblée. Coté arbustif, *Juniperus* et les Myrtacées font leur apparition, soutenus par une ouverture du milieu qui occasionne une augmentation des Poacées, des plantains, des Asteroidées et de *Fumaria*. Cette phase semble suggérer une dégradation du milieu pour étendre l'espace pastoral.

Vers 119 cal.BP environ, au début de la zone TO4a, l'ensemble des taxons herbacés augmente, notamment les Poacées qui dépassent 10%. Les indices d'activités humaines sont régulièrement présents. Ainsi, plusieurs espèces des pelouses pâturées (*Plantago*, *Centaurea*, *Potentilla*-type, Rosacées, Asphodelus) présentent des valeurs importantes. Les nitrophiles caractéristiques des zones de reposoirs à troupeaux (*Artemisia*, Chénopodiacées) sont moins représentées, suggérant une moindre fréquentation pastorale ou un changement de pratiques. A la transition entre TO4a et TO4b, les activités humaines entament un ralentissement (valeurs en baisse des Plantaginacées, des Asteroidées, des Centaurées et à moindre mesure des Poacées). Seule les Cichorioidées se maintiennent, et les valeurs des Apiacées augmentent. Les prairies de fauche semblent s'étendre. La fin de la zone, marque le retour à une phase de forte pression anthropique sur le milieu. L'élevage et ses pratiques associées, paraissent ainsi plus développés. Le plantain lancéolé, *Fumaria*, *Plantago* et les Cypéracées restent

bien représentés jusqu'à la fin de l'enregistrement. Enfin le boisement de cèdre très visible dans le paysage du djebel Mégriss n'est pas du tout perceptible dans les représentations polliniques de cette séquence. La localisation de la formation paratourbeuse sur une pente, et en hauteur par rapport au reboisement, doit en être la raison.

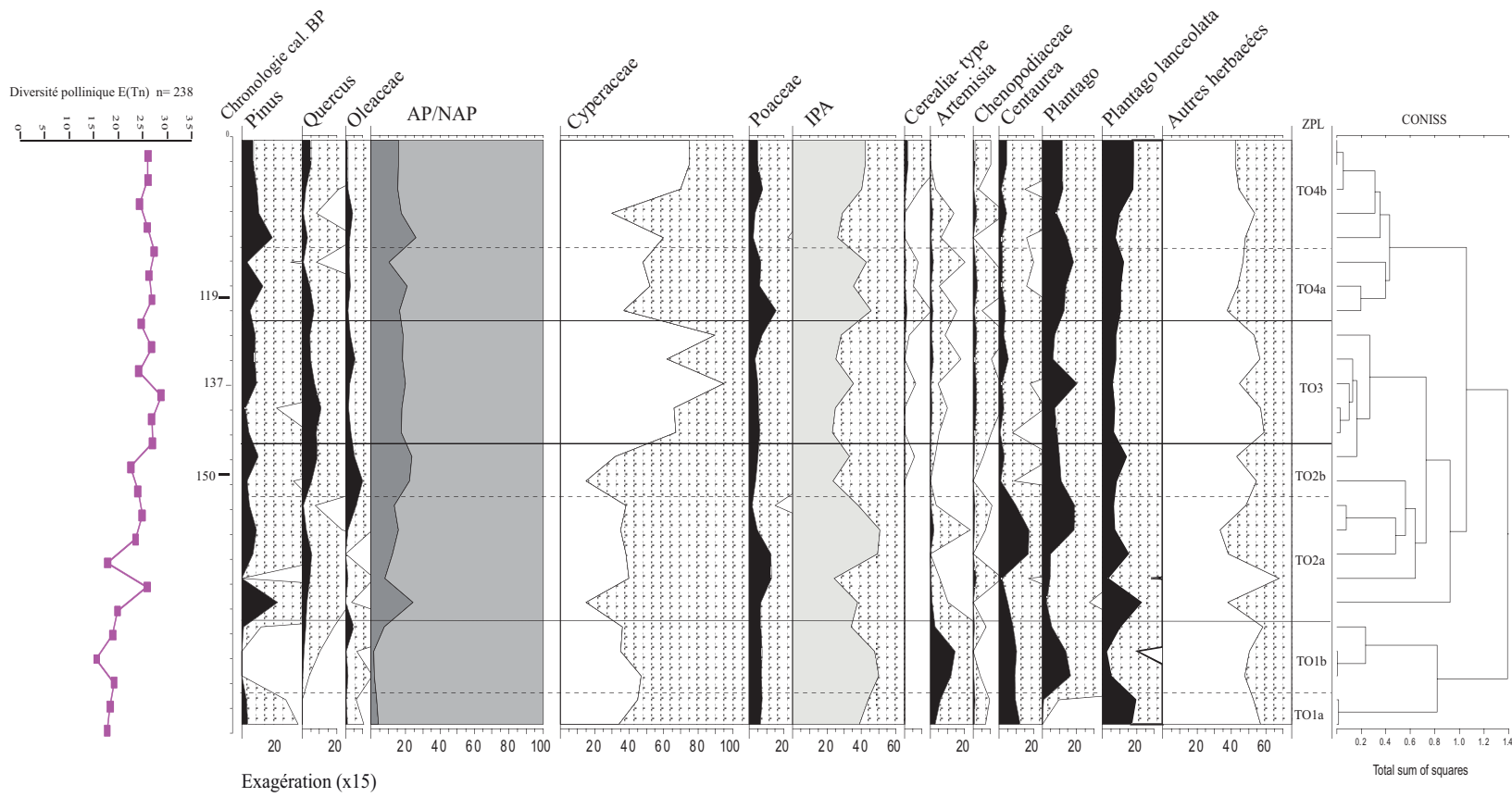


Figure 4-31. Diagramme pollinique simplifié de la formation tourbeuse Mégriss Ouest

La richesse palynologique

L'analyse de raréfaction qui permet d'évaluer la richesse palynologique et son évolution le long de la séquence de la formation tourbeuse Mégriss Ouest, a été réalisée sur la liste de taxons amputée des aquatiques et hydrophytes, et calculée sur une somme pollinique minimum de 238 (plus petit nombre de grains de pollen comptés par niveau sur l'ensemble du profil). La courbe de la richesse palynologique est représentée sur la figure de synthèse (fig. 4-31).

Dans l'ensemble, la richesse palynologique de la séquence est régulière. Les spectres les moins diversifiés se trouvent à la base, et se répartissent en deux phases. A 42 cm de profondeur avec 15 taxons, et à 34 cm de profondeur ou ils retombent à 15 taxons. A 37 cm, suite à une dynamique anthropique importante, où *Plantago lanceolata* atteint son maximum, la richesse palynologique connaît sa première augmentation et atteint 25 taxons. Une richesse palynologique moyenne supérieure à 25 taxons est reconnue entre 30 cm de profondeur et le sommet. La diversité maximum est atteinte pour le niveau 21 cm, ou le nombre des taxons atteint 30. Ce niveau correspond à la zone ou les marqueurs d'activités pastorales sont à leur maximum.

Conclusion

L'analyse pollinique de la formation tourbeuse Mégriss Ouest, fournit une histoire très locale de la dynamique végétale du djebel Mégriss, depuis le 18^{ème} siècle au moins. Dès la base, la présence de bétail est attestée par les taux élevés et la diversité des nitrophiles et indicateurs pastoraux (*Plantago sp*, *Centaurea*, Poacées, *Artemisia*). Leur diversité, indiquent une présence locale des troupeaux près du point de sondage. L'utilisation du site comme abreuvoir en plus du pacage à cette période, est plus que probable. En effet, les hydrophytes qui colonisaient le site à la base, indiquent que la formation paratourbeuse était à la base une mare, qui par des processus que nous ne connaissons malheureusement pas a été comblée. Cette hypothèse est corroborée par la présence à la base de l'enregistrement d'*Elatine* : espèce caractéristique des mares temporaires méditerranéenne. N'ayant pas pu déterminer le type pollinique au niveau de l'espèce, nous ne pouvons pas connaître de quelle espèce il s'agit. Toutefois, nous pensons qu'il s'agit d'*Elatine brochonii* qui est signalée au Maroc et en Algérie. En Algérie elle fait partie des végétaux très rare (Medail *et al.*, 1996) et a été rencontrée dans les dayas et lacs de Bonne en Numidie (Quezel et Santa, 1962), dans le lac des serpents à Tamesguida en petite Kabylie et à Reghaia pres d'Alger (Vanden Berghen, 1966). Jamais dans le Constantinois. Cette espèce est une amphibie de petite taille dont le cycle biologique est très court. Elle commence son cycle sous l'eau et le termine hors de l'eau. La germination nécessite un sol inondé ou saturé en mars et une forte insolation (Lorenzoni et Paradis, 1997) ; espèce très exigeante en lumière, elle est très sensible à tout couvert végétal au stade de la germination (Grillas *et al.*, 2004).

Elle est aussi sensible aux perturbations contribuant à enfouir les graines et empêchent la germination (87% de germination quand les graines sont en surface pour seulement 13% et 6% quand les graines sont enfouies sous respectivement 2 mm et 5 mm de sable) (Grillas *et al.*, 2004). Le piétinement et le tassement du sol par le troupeau auraient pu contribuer à sa disparition. Ainsi, l'extinction de cette espèce très rare, spécifique des milieux humides temporaires, relève ici le problème de connaissance, de gestion et de conservation des mares temporaires en Algérie. Malgré l'absence de données précises, il est évident que cette zone humide a été dégradée et détruite depuis plus de 130 ans.

4.3.3.2 La formation tourbeuse Mégriss Nord

4.3.3.2.1 Présentation

Dans la partie nord du Djebel Mégriss, à 1450 m d'altitude, se trouve une petite formation tourbeuse d'une vingtaine de mètre de circonférence (fig.4-32). On y accède en traversant des prairies marécageuses qui, dominées par les Poacées, sont très fréquentées par le bétail. Cette petite formation, se trouve au milieu d'une prairie humide où sont abondants les Cyperacées, *Rubus*, *Paronychia argentea*, les Composées, *Plantago*, *Mentha aquatica*, et des Bryophytes. Alimentée par les eaux de ruissellement, elle se trouve sur une pente de 30%. Elle est ceinturée par *Rubus ulmifolius*. A l'instar de la formation tourbeuse située à l'ouest, elle est dépourvue de boisements aux alentours. Cette formation paratourbeuse est isolée des zones d'habitation mais reste assez fréquentée car elle forme une zone de passage des troupeaux qui la parcourent pour accéder à l'oued qui se trouve plus bas. Cette zone subit donc un piétinement non négligeable.

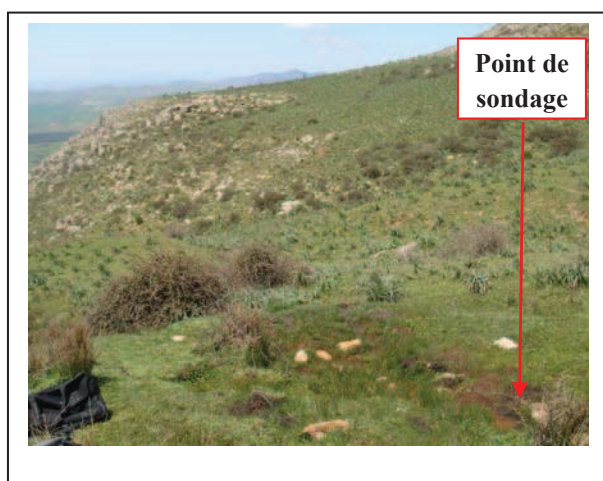
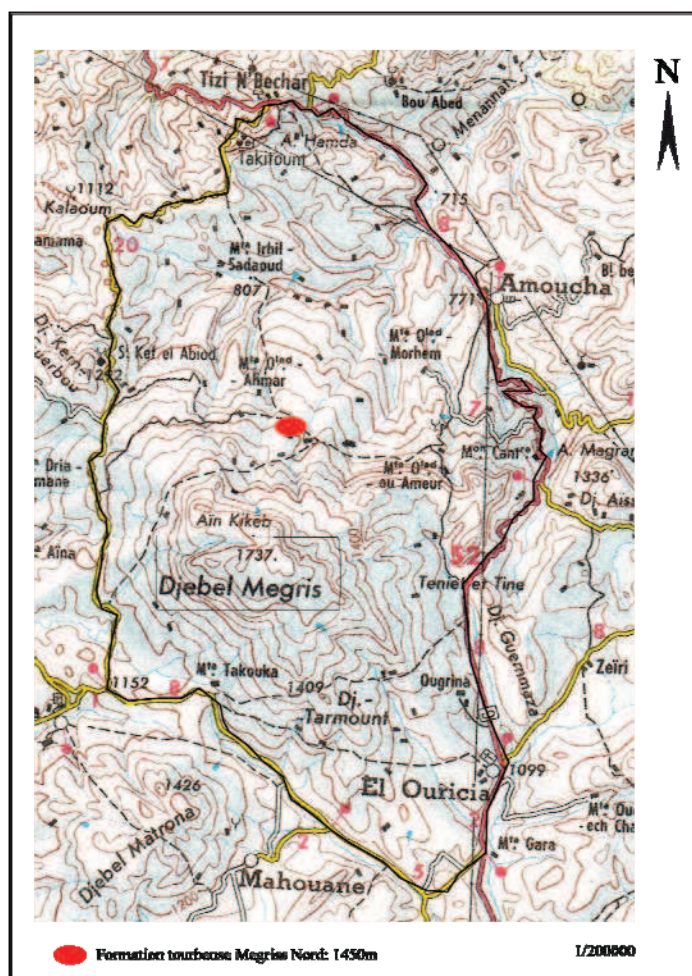


Figure 4-32. Carte de localisation et photographies de la formation tourbeuse Mégriss Nord (Sétif, Constantinois)

4.3.3.2.2 Lithologie et datation

Le sondage a été effectué au mois d'Avril 2009 à l'aide d'un carottier manuel (Type GYK) de 5 cm de diamètre. Un enregistrement sédimentaire de 60 cm a pu être extrait, composé de tourbe et de dépôts argileux, totalement oxydés à la base. La lecture pollinique n'a pu se faire que sur les 32 premiers centimètres de la carotte en raison de la mauvaise conservation du matériel sporopollinique caractérisant les niveaux sous-jacents. La lithologie de cette séquence prélevée au centre de la formation tourbeuse est composée comme suit :

- 0-14 cm : sédiment organique correspondant à la formation paratourbeuse actuelle.
- 14-32 cm : argile brune
- 32-60 cm : argile oxydée

Deux datations radiocarbone AMS ont été effectuées sur sédiment total soit tourbe et argile. Les ages obtenus ont été calibrés à 2 sigma avec le logiciel CLAM (Blaauw, 2010).

Profondeur (cm)	Matériel	Code laboratoire	Datation radiocarbone (BP)	Calibration BP (2 σ)
22-24	Tourbe	Poz-41494	106.46 \pm 0.33	32 [123] 255
32	Argile	Poz-41495	105.16 \pm 0.34	32 [125] 255

Tableau 4-25. Datations radiocarbone AMS réalisées au Poznan Radiocarbon laboratory-Pologne

Les deux datations obtenues dans les deux niveaux datés sont contemporaines. Il est possible qu'un problème de remaniement sédimentaire ait eu lieu. Il faut donc prendre ces données avec précaution, car elle posent une limite à notre étude. Sur cette base, nous n'avons pas pu établir un modèle d'âge profondeur. Toutefois, cette séquence documente la dynamique végétale du Djebel Mégriss durant une période recouvrant vraisemblablement les deux derniers siècles.

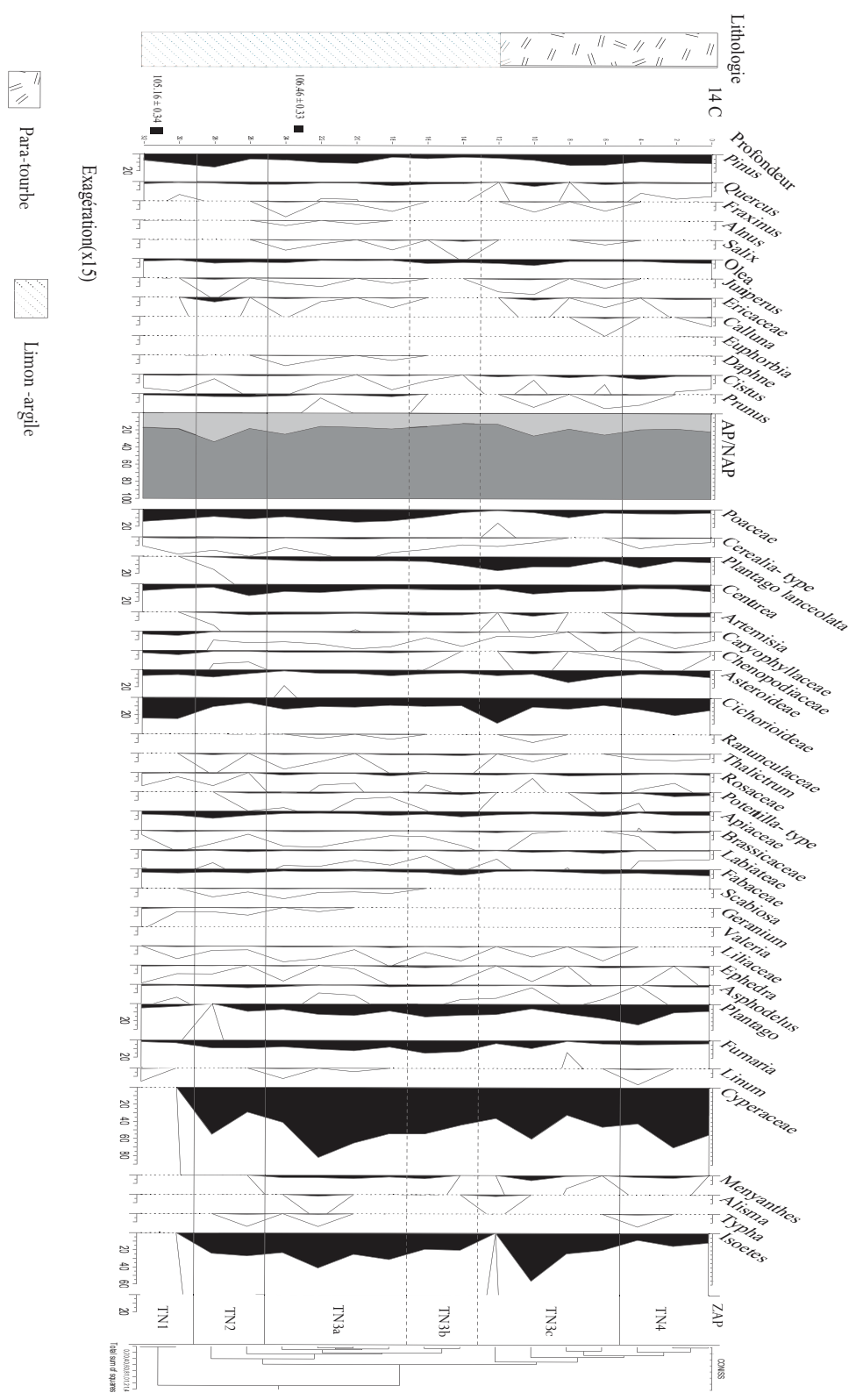
4.3.3.2.3 Résultats des analyses polliniques et commentaire du diagramme

Les résultats des analyses polliniques sont représentés dans un diagramme pollinique complet (fig. 4-33), ainsi que dans un diagramme synthétique simplifié (fig. 4-34). Le diagramme pollinique qui présente les données exprimées en fréquences relatives est subdivisé en 4 zones d'assemblage polliniques locales (LZAP), qui sont à leur tour subdivisées en sous zones quant nous avons estimé cela nécessaire. La détermination des zones polliniques a été établie par l'analyse statistique CONISS de l'extension TGView du logiciel TILIA (Grimm, 1991-1993).

LZAP	Prof.(cm)	Taxons	Description
TN1	32	Cichorioideae Poaceae <i>Pinus</i>	Rapport PA/PNA autour de 20%. Les taux de <i>Pinus</i> sont élevés tandis qu' <i>Olea</i> et <i>Quercus</i> restent plus modestement représentées. Les herbacées sont bien représentées avec une dominance des Cichorioidées et des Poacées qui atteignent respectivement 20% et 15%. <i>Cerealia</i> est faiblement représentée. Les hydrophytes sont absentes à la base. Les Cyperacées et <i>Isoetes</i> font leur apparition à la fin de la zone.
	29	Chenopodiaceae	
TN2	29	Cyperaceae <i>Isoetes</i> <i>Pinus</i> <i>Centaurea</i>	Augmentation du taux des PA qui atteint son maximum avec 40%. <i>Pinus</i> dépasse les 20% puis chute en fin de zone. Légère augmentation de <i>Quercus</i> et d' <i>Olea</i> . Apparition des Ericacées et de <i>Juniperus</i> . Les herbacées sont bien représentées et variées. Apparition de <i>Plantago lanceolata</i> , d' <i>Artemisia</i> de <i>Thalictrum</i> , de <i>Potentilla</i> et des Géraniacées. Les Cichorioidées diminuent au moment ou <i>Centaurea</i> , <i>Plantago</i> et <i>Fumaria</i> augmentent. Forte présence des Cypéracées et des <i>Isoetes</i> .
	25		
TN3a	25	Cyperaceae <i>Isoetes</i> Poaceae <i>Plantago</i>	PA autour des 15%. <i>Pinus</i> diminue à la fin de la zone. Valeurs de <i>Quercus</i> et <i>Olea</i> dans la continuité des précédentes. Premières occurrences de <i>Fraxinus</i> , <i>Alnus</i> , <i>Salix</i> et <i>Daphné</i> . Augmentation des herbacées. Hausse des Poacées, des Astéroidées, de <i>Plantago</i> et de <i>Fumaria</i> . Apogée des Hydrophytes. Les Cypéracées atteignent 80%. <i>Menyanthes</i> et <i>Alisma</i> font leur apparition.
	15	<i>Fumaria</i>	
TN3b	15	<i>Plantago lanceolata</i> <i>Plantago</i>	Baisse de <i>Pinus</i> et disparition de <i>Fraxinus</i> , d' <i>Alnus</i> et de <i>Daphné</i> . Diminution des Poacées et augmentation de <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Plantago</i> et <i>Fumaria</i> . Diminution des Hydrophytes
	13	<i>Fumaria</i>	
TN4a	13	<i>Isoetes</i> Cichorioideae <i>Plantago lanceolata</i>	Hausse de <i>Pinus</i> , <i>Quercus</i> et <i>Olea</i> . Réapparition de <i>Fraxinus</i> , <i>Juniperus</i> , Les Ericacées et <i>Prunus</i> . Apogée de tous les IPA : <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Centaurea</i> , Astéroidées. Les Cichorioidées sont à leur maximum avec plus de 20%. Augmentation des hydrophytes avec <i>Isoetes</i> qui atteint les 60%
	5	<i>Centaurea</i> <i>Pinus</i>	
TN4b	5	Cyperaceae Cichorioideae <i>Plantago</i>	Stabilité des AP autour de 20% et présence variée et constante des herbacées avec forte représentation des Cichorioidées. Les Cypéracées atteignent les 70%.
	0	<i>Pinus</i>	

Tableau 4-26. Tableau descriptif des zones polliniques locales (LZAP) du profil de la formation tourbeuse Mégriss Nord

Figure 4-33. Diagramme pollinique complet de la formation tourbeuse Mégriss Nord (Sétif, Constantinois)



4.3.3.2.4 Commentaire sur la dynamique de la végétation et la diversité floristique

Dans cette étude, seuls les 32 premiers cm. de la séquence sédimentaire de la formation tourbeuse « Mégriss nord », sont analysés. Malgré les multiples tentatives d'extraction, les échantillons à la base se sont avérés stériles. Ce phénomène pourrait s'expliquer par des phases d'assèchement importantes responsables de phénomènes d'oxydation préjudiciables à la conservation du matériel sporopollinique. Néanmoins, sur les premiers niveaux, la séquence s'est révélée bien adaptée à l'étude de la dynamique de la végétation locale qui est principalement déterminée par le facteur anthropique. Deux grande phases se distinguent : une première phase, à la base, qui correspond à un assèchement local du site et qui pourrait correspondre à la période de transition avant la mise en place de la formation paratourbeuse. Et une phase plus longue qui s'étale sur 200 ans et qui est caractérisée par un milieu humide, ouvert et à vocation pastorale, qui caractérise le Djebel Mégriss actuellement. Les apports lointains des pollens arboréens, indiquent une végétation régionalement dominée par le Pin.

A la base de la séquence sédimentaire, les valeurs élevées des Poacées, des Cichorioidées, des Asteroidées et des Caryophyllacées suggèrent sans grande surprise, un gradient d'ouverture. La fréquentation pastorale locale semble aussi se développer et tout un cortège lié à la présence de troupeau apparaît (Chénopodiacées, Rosacées, Brassicacées, *Cistus*). Localement, le site est totalement asséché. Aucune plante liée à l'eau n'est enregistrée dans les assemblages polliniques. Cela pourrait correspondre à la période de transition avant la mise en place de la tourbière, qui ne semble permettre le développement des hydrophytes.

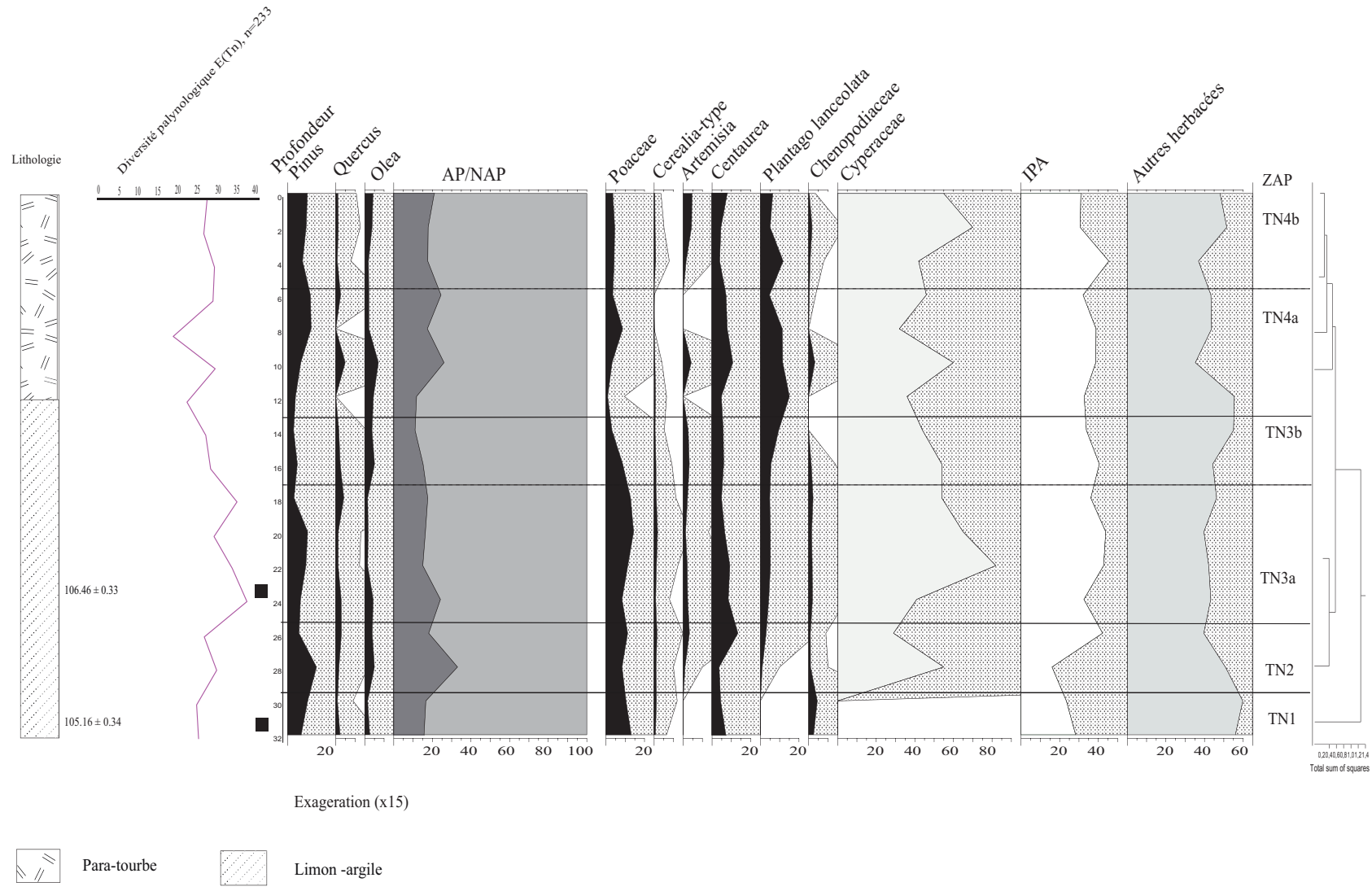
Durant la zone TN2, estimée à 125 cal.BP, avec la mise en eau du site, attestée par la présence de *Menyanthes*, d'*Alisma*, de *Typha* et d'*Isoetes*, les marqueurs polliniques d'anthropisation se diversifient. Ainsi on note l'apparition de *Plantago lanceolata*, de *Scabiosa*, de *Thalictrum* et de *Potentilla*-type et l'augmentation des occurrences de *Plantago*, de *Centaurea*, des Apiacées, d'*Artemisia* et de *Fumaria*. Toutes ces espèces rudéro-nitrophiles et des milieux piétinés, pâturés et de pelouses ouvertes, secondées par l'apparition de *Juniperus* et des Ericacées, témoignent d'un développement local du pastoralisme. l'enregistrement d'occurrences régulières mais à faibles valeurs, de grains de pollen de céréales, indique l'existence de cultures à l'échelle régionale..

Pendant la phase TN3a, on assiste à l'apparition d'arbustes tels que *Fraxinus*, *Alnus*, *Salix* et *Daphne*. Cette apparition est accompagnée par une abondance des Cypéracées et d'*Isoetes*. Cela pourrait témoigner d'une augmentation du taux d'humidité dans la zones d'étude. Du côté des herbacées, on note le maintien des marqueurs polliniques d'anthropisation et notamment ceux associés au pastoralisme. Les Renonculacées et *Linum* font leur apparition. La présence de taxons liés au piétinement (*Potentilla*-type, *Scabiosa*), suggère la proximité du troupeau avec le site.

Pendant la zone TN3b, la diminution des Cypéracées, d'*Isoetes* et la disparition de *Typha* et d'*Alisma*, traduisent un assèchement local du site. Cette dynamique est concomitante avec un léger recul des marqueurs polliniques d'anthropisation, ce qui suggère un pâturage relativement modéré aux abords du site. La diminution des Poacées semble conforter l'hypothèse d'une diminution locale de la pression pastorale. Cependant le maintien d'herbacées de milieux humides (*Thalictrum*, Labiées), suggère la présence d'une lame d'eau.

A partir de la zone TN4, on assiste à une nouvelle augmentation de l'influence humaine aux abords du site. Elle est soulignée par l'augmentation de certains marqueurs d'anthropisation (*Plantago lanceolata*, *Centaurea*, Chénopodiacées), mais aussi par une forte représentation des occurrences des Cichorioidées, indiquant un gradient d'ouverture. Selon Court-Picon (2007), dans les Hautes-Alpes, ce taxon indiquerait une pratique de fauche. La bonne représentation des arbustes (*Calluna*, Ericacées, *Juniperus*, *Cistus*), suggère une intensification des pratiques pastorales. Les marqueurs poliniques d'anthropisation, au sommet de la séquence, sont surtout représentés par les Poacées et les espèces rudéro-nitrophiles associées à un fort pietinement (*Potentilla*-type, Plantaginacées, *Centaurea*, Chénopodiacées, *Artemisia*). Localement, les taux élevés des Cypéracées indiquent la mise en place d'une cariçaie sur sol tourbeux.

Figure 4-34. Diagramme simplifié de la formation tourbeuse Mégriss Nord



Richesse et diversité palynologique

La richesse palynologique de cette formation tourbeuse a été calculée sur une somme pollinique minimum de 233 taxons (plus petit nombre de grains de pollen comptés par niveau sur l'ensemble du profil. La courbe de la richesse palynologique est représentée sur la diagramme pollinique simplifié (Fig 4-34).

Dans l'ensemble la diversité est relativement constante et élevée dès le début de l'enregistrement. Un seul spectre présentant une diversité corrigée inférieure à 25 taxons. Il correspond à la fin de la phase TN4a où les marqueurs polliniques d'anthropisation avaient connu un retrait. La diversité palynologique maximum est atteinte pour le niveau 24 cm avec 35 types polliniques. Cette période correspond à une grande diversité du cortège herbacé et arbustif, générée par une diversification des pratiques pastorales.

Ainsi, les valeurs importantes de la richesse palynologique dans ce site tendent à soutenir l'existence de perturbations du milieu, signe d'une diversité écologique élevée.

Conclusion

L'apport majeur des analyses paléoenvironnementales de ce remplissage, qui couvre une période courte de deux siècles, est la mise en évidence d'une pression anthropique forte et quasi continue. Les pratiques sont liées à l'élevage (pastoralisme, fauche) qui s'intensifient au court du temps et engendrent l'élargissement des espaces pastoraux et le développement d'une végétation locale importante, comme en témoigne la courbe de la diversité floristique. La corrélation entre pression anthropique, ouverture du milieu et diversité floristique, déjà, soutenue, dans l'étude des autres sites, est d'autant plus consolidée ici.

Enfin, l'étude paléoécologique de cette formation paratourbeuse, et de celle située à l'ouest du Djebel Mégriss, nous a permis d'apporter une contribution à l'étude des tourbières de montagnes en Algérie où les informations sur les tourbières sont très éparses. En effet, les connaissances scientifiques et les techniques de suivi ne concernent que très peu de tourbières recensées à ce jour en Algérie, pour l'essentiel la tourbière du massif de l'Akfadou, en grande Kabylie (Salamani, 1991 ; Meddour et Laribi, 1999), ainsi que les tourbières dans la région d'El Kala (Gauthier-Lievre, 1931 ; Gehu et al., 1993 ; Benslama et al., 2007).

Chapitre 5: Synthèse et perspectives

Les questionnements auxquels nous avons tenté de répondre dans le cadre de ce travail ont alimenté notre réflexion sur l'apport que pourrait avoir l'étude paléoécologique des zones humides en Algérie pour une gestion visant à leur maintien. L'objectif était de savoir si, par une démarche basée sur la rétro-observation et en utilisant la palynologie comme principal outil, nous pouvions :

- *Connaître l'origine de ces formations*
- *Connaître les potentiels de l'analyse pollinique en contexte de milieu humide temporaire*
- *Comblent une lacune géographique en termes d'études paléoenvironnementales.*
- *Connaître les principales étapes de l'anthropisation des zones humides algériennes*
- *Aborder et mesurer l'impact des perturbations anthropiques sur la dynamique de ces écosystèmes*

Cette tentative de synthèse a donc pour objectif de rappeler les principaux résultats obtenus et de les confronter pour tenter de répondre aux questions qui viennent d'être posées et surtout de discuter des apports et des limites de ce travail. Ce dernier point, nous amènera à proposer des perspectives de recherche.

Les résultats présentés au cours du chapitre précédent ont permis de mettre en évidence les dynamiques de la végétation et de l'anthropisation pour chaque site étudié. Cette synthèse générale s'articule autour de trois thèmes principaux dictés par un seul objectif, celui de mettre en relation l'ensemble de nos données afin de proposer une reconstitution des dynamiques environnementales de nos régions d'étude.

Il paraît tout d'abord important de retracer l'histoire de la végétation du Djebel Mégriss à partir des sites étudiés. Toutefois, l'absence d'une chronologie robuste et la portée temporelle réduite de cette chronologie rendent l'exercice délicat. Nous tenterons néanmoins de le faire, en nous limitant à la caractérisation des interactions homme-milieu et à la dynamique de la végétation, tout en espérant que cette synthèse chronologique puisse être, dans le futur, confortée par d'autres études. Ce premier thème discutera également des apports de l'étude des relations entre végétation actuelle et pluie pollinique actuelle pour l'interprétation des données fossiles à partir de l'exemple de la mare Madjen El Hnech.

La deuxième partie de cette synthèse propose d'étudier la corrélation entre les données polliniques des séquences des deux mares temporaires étudiées dans le cadre de ce travail (Madjen El Hnech

(Mégriss) et Kesrane (Tamentout ; petite Kabylie), pour essayer de reconstituer et confronter leurs dynamiques végétales et anthropiques passées dans deux contextes différents : l'un étant totalement ouvert et l'autre forestier. Cela nous permettra de connaître à une échelle historique la capacité de résilience de ces écosystèmes et de définir ainsi les priorités de conservation et les actions d'aménagements nécessaires.

Enfin, nous terminerons par une synthèse du processus d'anthropisation récent dans le secteur biogéographique Kabylie-Constantinois-Numidie grâce à une mise en relation de l'ensemble des données acquises dans le cadre de ce travail. Bien que nos enregistrements polliniques recouvrent des portées chronologiques très variables et parfois de courte durée, ils nous permettront d'appréhender les dynamiques environnementales et les processus de transformation des paysages forestiers et agro-pastoraux de basse et haute altitude au cours des derniers siècles.

5.1 Dynamique végétale et anthropique du djebel Mégriss

5.1.1 Apport du référentiel actuel pour l'interprétation des dynamiques environnementales passées du djebel Mégriss

L'étude pollinique du Djebel Mégriss a été envisagée au travers de deux approches : l'une moderne (végétation anthropique et pollen de surface) ; l'autre fossile (analyse de séquences sédimentaires). L'approche moderne visant à fournir des clés d'interprétation pour la reconstitution des dynamiques végétales et anthropiques menées dans l'étude fossile a été conduite comme suit :

5.1.1.1 Caractérisation des indicateurs anthropiques du Djebel Mégriss

L'analyse pollinique nous permet d'appréhender l'action de l'homme sur son environnement à travers les indicateurs polliniques d'anthropisation. Sur cette base, une analyse portant sur la détermination de la végétation anthropique du Djebel Mégriss a été entreprise, en classant les espèces végétales en fonction du type de milieu anthropisé. Les résultats montrent que le groupement le plus diversifié est celui des prés, prairies et pâturages avec plus de 69 espèces appartenant à 17 familles, les Astéracées étant les plus présentes. D'ailleurs cette famille participe activement aux différents groupements avec des taux variables. Nous en avons déduit que ces taxons peuvent être utilisés en tant qu'indicateurs polliniques généraux de l'anthropisation. D'autres familles sont considérées comme indicatrices du pastoralisme dans le Djebel Mégriss. Il s'agit des Caryophyllacées, des Poacées, des Fabacées et des Scrofulariacées. Les assemblages fossiles des différentes séquences du djebel contiennent des occurrences polliniques régulières de ces familles, et ce dès le début des enregistrements. Un autre

taxon indicateur d'anthropisation qu'on retrouve en abondance dans les assemblages polliniques et dans la flore actuelle du Djebel Mégriss est *Asphodelus microcarpus*. Cette espèce indicatrice de surpâturage colonise les prairies et les pelouses et même les premières ceintures des mares.

5.1.1.2 Etude palynologique actuelle de la mare Madjen El Hnech

Pour évaluer l'enregistrement pollinique de la végétation hydrophytique locale, des spectres polliniques ont été prélevés dans la mare Madjen El Hnech et comparés à un inventaire floristique local. Cette étude nous a permis de disposer d'un référentiel actuel pour l'interprétation des données fossiles et de connaître la précision avec laquelle sont enregistrées la composition et la structuration de la végétation locale dans les assemblages polliniques de surface (Janssen, 1973 ; 1979).

Ainsi, les résultats obtenus montrent l'enregistrement de la végétation en ceintures. Cette zonation est liée à l'hydrologie qui est le principal facteur structurant la végétation des zones humides temporaires (Bauder, 2000 ; Grillas *et al.* 2004 ; Deil, 2005). Cela pourrait témoigner de l'absence de transport latéral du pollen au sein de la mare. L'étude d'Amami (2010) a démontré que les concentrations polliniques et la préservation du pollen augmentent de la périphérie vers le centre de la mare. Ce dernier contient un meilleur enregistrement pollinique, ce qui implique de réaliser les sondages au centre de la mare. Aussi, sur la base d'une bonne représentation pollinique des taxons et de leur abondance dans la végétation actuelle de la mare Madjen El Hnech, plusieurs taxons caractéristiques (*Ranunculus*, *Alisma*) peuvent être utilisés pour reconstituer la structure passée des nombreuses mares qui se trouvent dans le Djebel Mégriss mais aussi celles qui se trouvent à une échelle régionale (mare de Kesrane en petite Kabylie) ou encore plus largement à l'échelle du Maghreb et dans le bassin méditerranéen.

Les résultats obtenus ont également permis de distinguer un cortège diversifié de taxons polliniques terrestres traduisant les activités anthropiques locales, tels qu'*Asphodelus*, Chénopodiacées et *Plantago*. Ces marqueurs polliniques d'anthropisation sont enregistrés en courbes continues dans les assemblages fossiles, ce qui témoigne d'une emprise humaine constante depuis au moins 300 ans et démontre une fois de plus la grande valeur d'usage de la mare pour la population locale.

Le surpâturage est la pratique la plus courante dans le Djebel Mégriss. L'étude menée ici, démontre que cette pratique, même si elle génère des modifications des cortèges floristiques au niveau des mares temporaires, n'induit pas la disparition d'espèces au sein des communautés végétales. L'absence d'extinction locale d'espèces implique des mécanismes adaptatifs des communautés hydrophytiques au pâturage ainsi que des processus de régénération post-perturbation. Plusieurs études (Erikson, 2000 ; Angeler et Moreno, 2007 ; Crain *et al.*, 2008 ; Amami, 2010) démontrent la

restauration rapide après des micro-perturbations et la forte résilience des mares temporaires vis-à-vis des perturbations locales modérées.

5.1.2 Esquisse de caractérisation de l'histoire de la végétation du djebel Mégriss au cours des trois derniers siècles.

La comparaison des séquences polliniques obtenues est indispensable pour synthétiser les données, mettre en évidence les similitudes entre sites ou bien encore les différences liées à une dynamique locale de la végétation. Pour ce faire, nous avons envisagé un tableau de corrélation entre les zones d'assemblage pollinique des différents sites dans le Djebel Mégriss (Tableau 5-1). Compte tenu du manque d'études paléoécologiques dans ce secteur, ce travail reste limité aux corrélations chronologiques des trois sites étudiés et à la description de leurs phases d'évolution.

Pour répondre à l'objectif de ce travail, qui était de mesurer sur la longue durée l'impact des perturbations anthropiques sur la dynamique des zones humides et de savoir si ces écosystèmes étaient perturbés d'une manière irréversible ou faisait preuve de résilience ; la corrélation envisagée portera sur la dynamique de la végétation locale (fig. 5-1). Il faut dire que les enregistrements polliniques des séquences sédimentaires étudiées sont dominés par des apports polliniques locaux. La petite taille des sites sondés y a fortement contribué. Ainsi, les occurrences des taxons arborés (*Pinus*, *Olea*), correspondent à des apports lointains et reflètent une végétation régionale, parfois éloignée de nos secteurs d'études. Quant à la présentation pollinique de *Quercus*, elle semble également être le résultat d'apport locaux, puisque le Djebel Mégriss compte encore des peuplements de chêne vert, certes rares mais présents sur le flanc Sud entre 1400 et 1600 m. d'altitude (Boulaacheb, 2010). Selon Jacobson et Bradschaw (1981) et Sugita (1994), il y a une proportionnalité entre la taille des bassins sédimentaires et leur contenu pollinique. Ainsi, le contenu pollinique de sites dont le diamètre est inférieur à 100 m est dominé par une composante locale, par contre lorsque la taille du site augmente, la composante extra-locale et régionale est importante. Il est donc nécessaire de prendre en considération cette relation pour toute interprétation des résultats et pour le choix des sites d'étude.

L'analyse pollinique des différentes séquences sédimentaires montre systématiquement une ouverture du milieu et une anthropisation précoce du Djebel Mégriss, ainsi qu'une étroite relation entre pression anthropique, ouverture du milieu et diversité floristique. Ainsi en croisant les courbes des indicateurs anthropiques et les courbes de la diversité floristique estimée, nous pouvons envisager les liens entre la pression anthropique/perturbation et l'évolution des sites et de la diversité végétale.

Chronologie cal. BP	Madjen El Hnech	Formation Megriss Ouest	Formation Megriss Nord	Commentaire
0				
	MMH6	FTO4b	FTN4b	Hausse de <i>Pinus</i>
			FTN4a	Diminution de <i>Quercus</i>
50		FTO4a	FTN3b	Courbe continue d' <i>Olea</i>
			FTN3a	Hausse des IPA
				Rapport AP/NAP. 20%
				Disparition d' <i>Isoetes</i> et d' <i>Elatine</i>
100	MMH5b		FTN2	Hausse de <i>Quercus</i>
			FTN1	Baisse de <i>Pinus</i>
	MMH5a	FTO3		Augmentation des arbustes et des arbres
150		FTO2b		Augmentation des Ericaceae
	MMH4	FTO2a		Baisse de <i>Quercus</i> et <i>Pinus</i> et <i>Olea</i>
		FTO1b		Maximum d' <i>Artemisia</i>
200		FTO1a		Augmentation des IPA
				Maximum d' <i>Isoetes</i>
				Maximum d' <i>Elatine</i>
250	MMH3			Baisse de <i>Quercus</i>
				Courbe régulière de <i>Pinus</i>
	MMH2			Recul de <i>Salix</i>
				Maximum d' <i>Ephedra</i> et de <i>Cistus</i>
	MMH1b			Apparition d' <i>Artemisia</i>
				Augmentation des herbacées héliophiles
				Bonne représentation des hygrophiles
	MMH1a			Rapport AP/NAP à son maximum. 40%
				Occurences des céréales

Tableau 5-1. Chronologie et corrélation des zones des assemblages polliniques des sites du Djebel Megriss

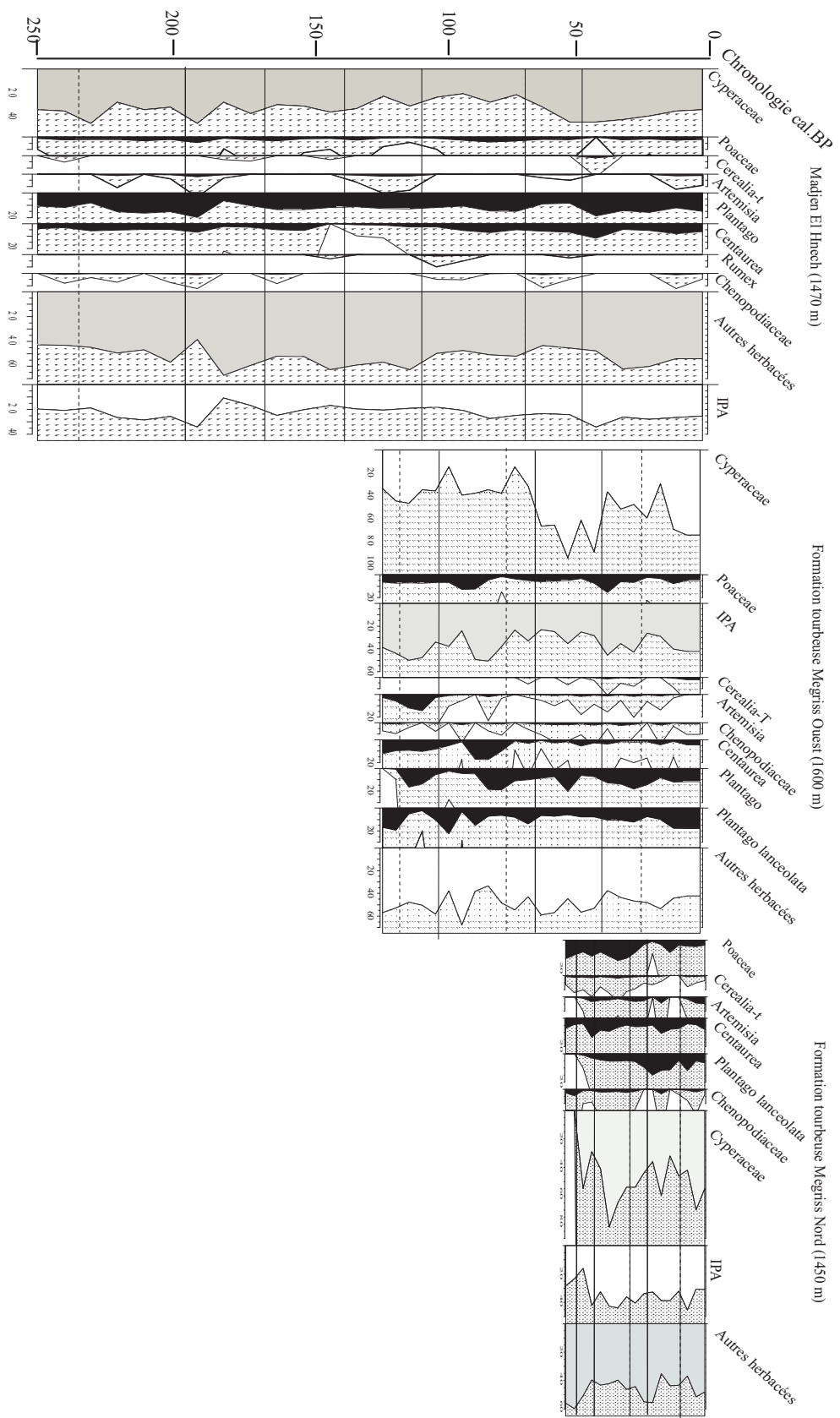


Figure 5-1. Dynamique anthropique dans le Djebel Megriss

Il y a 300 ans (LZAP MMH 1a, MMH1b, MMH2, MMH3)

L'évolution de la végétation du Djebel Mégriss retracée à travers les différents diagrammes polliniques recouvre une période remontant au moins jusqu'au XVII^e siècle et s'inscrit dans une dynamique de transformation continue.

Des trois sites étudiés, la mare Madjen El Hnech est celle qui offre la plus grande portée chronologique, même si elle ne dépasse pas les 300 ans. Le diagramme pollinique, retrace une histoire environnementale essentiellement déterminée par les facteurs locaux (hydro géomorphologiques et édaphiques), et par les facteurs anthropiques (pastoralisme, fauche). Tout au long de l'histoire de la végétation reconstituée ici, le paysage végétal reste ouvert.

Dès la base, les herbacées, largement dominées par *Plantago*, les Caryophyllacées, les Cichorioidées et les Liliacées, indiquent une fréquentation pastorale importante du site. Les hydrophytes semblent trouver des conditions favorables à leur développement et indiquent déjà l'installation de la mare avec une tranche d'eau permanente. Les taux des Cypéracées dépassent les 35% et reflètent l'existence de prairies humides autour du site. Il semblerait ici que le rôle attractif de point d'eau que représente cette mare ait favorisé sa fréquentation. Les marqueurs polliniques d'anthropisation, notamment du pastoralisme, sont bien représentés. La phase suivante, marquée par un assèchement local du site, voit les marqueurs d'anthropisation diminuer considérablement. Le plantain passe ainsi de 20% à 5%. Les taxons héliophiles tels que les Armoises, les Asteroidées, les Apiacées, les Brassicacées, avec *Ephedra* et *Cistus*, indiquent la présence d'une végétation steppique. La courbe de la diversité floristique coïncide tout à fait pendant cet épisode avec celle des IPA. Les pollens arboréens correspondent ici comme dans les autres sites à des apports lointains, exception faite pour *Quercus*, dont la régression prononcée dans les diagrammes polliniques, doit être antérieures aux enregistrements sédimentaires de nos différents sites.

Vers 260 cal. BP, soit au début du XVIII^e siècle, l'ampleur de la fréquentation pastorale est révélée par les taux importants d'espèces nitrophiles et de milieux piétinés (*Plantago*, *Rumex*, Poacées) et de pâturages tels que les Liliacées les Caryophyllacées et les Cichorioidées. Cette dernière famille est associée dans notre référentiel à un gradient d'ouverture.

Des similitudes sont notées entre les deux sites de Madjen El Hnech et de la tourbière Mégriss ouest, à savoir l'augmentation des marqueurs polliniques d'anthropisation (*Plantago*, *Centaurea*) et la dominance d'un cortège steppique riche en Armoise. Les espèces steppiques sont beaucoup plus évidentes dans les assemblages polliniques de la tourbière Ouest. Cette différenciation de la steppe est vraisemblablement en relation avec l'exposition. Dans les deux sites, la régression des hydrophytes

est palpable, secondée par la diminution des Cypéracées. Cet épisode pourrait correspondre à un assèchement général qui a pu toucher le Djebel Mégriss. Les courbes de la richesse floristique affichent ici une moyenne de 20 taxons pour les deux sites.

Vers, 138 cal.BP: (ZAP MMH 5a, MMH5b, FTO2a, FTO2b)

Cette période est marquée par le développement dans les deux sites d'une végétation arbustive (*Juniperus*, *Cistus*, *Daphne*) et des landes à Ericacées et *Calluna*. Quant aux indices polliniques d'anthropisation, ils sont également bien représentés dans la mare à l'est ainsi que dans la tourbière à l'ouest, traduisant une forte dynamique anthropique sur le Djebel Mégriss. Si les activités humaines se rattachent dans le Djebel principalement au pastoralisme, elles sont plus marquées à l'ouest par des indices d'ouverture de milieu et de friches (*Fumaria*, *Centaurea*, Poacées, *Cistus*). Les courbes de la diversité floristique pour cette période oscillent entre 25 et 30 taxons dans la formation tourbeuse et entre 20 et 25 taxons pour Maddjen El Hnech. Il semblerait que les pratiques de fauche pour étendre l'espace pastoral contribuent au développement d'une végétation locale plus diversifiée (Dapples *et al.*, 2002 ; Kerig et Lechterberck, 2004).

Vers 120 cal. BP environ (ZAP MMH6, FTMO4a, FTMO4b, FTMN1, 2,3a, 3b, 4a, 4b).

À partir de 116 cal. BP, soit à la fin du XIX^e siècle, *Quercus* diminue progressivement. Cette régression se prolonge jusqu'au sommet de l'enregistrement. Les proportions de ce taxon sur les trois sites sont très faibles et ne dépassent pas les 5%. Sur le Djebel Mégriss, on rencontre aujourd'hui très peu de stations de chêne vert. Le développement régional de *Pinus* est important durant cette période, puisque ses occurrences sont élevées dans les trois sites. Cette période est aussi marquée par le développement d'arbustes, notamment les Ericacées, et par l'abondance des indices polliniques d'anthropisation et plus particulièrement de pastoralisme. Pour Madjen El Hnech, les marqueurs polliniques (Astéroïdées, *Centaurea*, *Plantago*, Cichorioidées et *Artemisia*) montrent le maintien d'un système d'élevage autour d'un point d'eau qui connaît une modification de son régime hydrique (disparition des *Isoetes* et appauvrissement en espèces hydrophiles, ce qui pourrait être expliqué par une diminution du niveau d'eau). La richesse floristique ici n'est pas très élevée et oscille entre 15 et 20 taxons.

Sur le flanc ouest, au niveau de la formation tourbeuse, l'ensemble des taxons herbacés augmente, notamment les Poacées, suggérant l'extention de l'espace pastoral. L'élevage et ses pratiques associées paraissent ici plus développés et plus étendus. Ainsi, le taux assez important de pollen de

plantes nitrophiles et de zones piétinées suggère une forte charge pastorale. La richesse palynologique connaît au cours de cette période une progression importante et dépasse 25 taxons.

Sur le flanc nord la pression anthropique est tout aussi importante. Les marqueurs polliniques d'anthropisation enregistrés le long de la séquence sont surtout représentés par les Poacées et les espèces rudero-nitrophiles associées à un fort piétinement. Les valeurs élevées dès la base des Poacées, des Cichorioidées, des Asteroidées et des Caryophyllacées ainsi que la présence des Rosacées, des Brassicacées, et de *Cistus* suggèrent un milieu largement ouvert, subissant une importante pression anthropique à vocation pastorale. L'augmentation des occurrences de *Potentilla*-type indique une fréquentation pastorale importante près du site. Localement, le site est une formation tourbeuse avec une lame d'eau, où domine *Isoetes*, secondé par *Menyanthes*, *Alisma* et *Typha*. La richesse palynologique estimée présente des valeurs relativement élevées oscillant autour de 25 espèces. Cette richesse pourrait être influencée par la diversification des pratiques. Aussi, les périodes marquées par le piétinement, affichent-elles une réduction de la diversité floristique, tandis qu'à l'inverse des pratiques de fauche aux abords des zones humides contribuent au développement d'une végétation locale plus riche.

L'analyse pollinique des zones humides au cœur d'un système de moyenne montagne, dans le Djebel Mégriss, montre ainsi une élévation des pratiques pastorales au cours des trois derniers siècles.

Dès le début, au cours du XVIII^e siècle, le paysage est largement ouvert, dominé par des formations herbacées fortement anthropisées dont l'origine remonte à des périodes plus anciennes. Quelques formations arbustives et arborescentes persistent (*Quercus*, *Salix*, *Juniperus*, Ericacées). Les courbes polliniques des plantes rudéro-nitrophiles et des indicateurs pastoraux montrent l'existence d'un paysage de prairies et de pelouses pâturées et fauchées qui a perduré jusqu'à aujourd'hui. La nature du sol et les pentes relativement prononcées, ont certainement limité la mise en culture des terres.

Il convient de rappeler ici la bonne corrélation entre la pression anthropique, l'ouverture du milieu et la diversité floristique estimée. Ainsi, les phases dominées par une charge pastorale importante, affichent une richesse floristique élevée mais nos résultats semblent indiquer qu'une sur fréquentation pastorale et un piétinement intense peuvent altérer cette diversité.

5.2 Corrélation et interprétation chronologique et historique des mares temporaires Madjen El Hnech (Mégriss) et Kesrane (petite Kabylie)

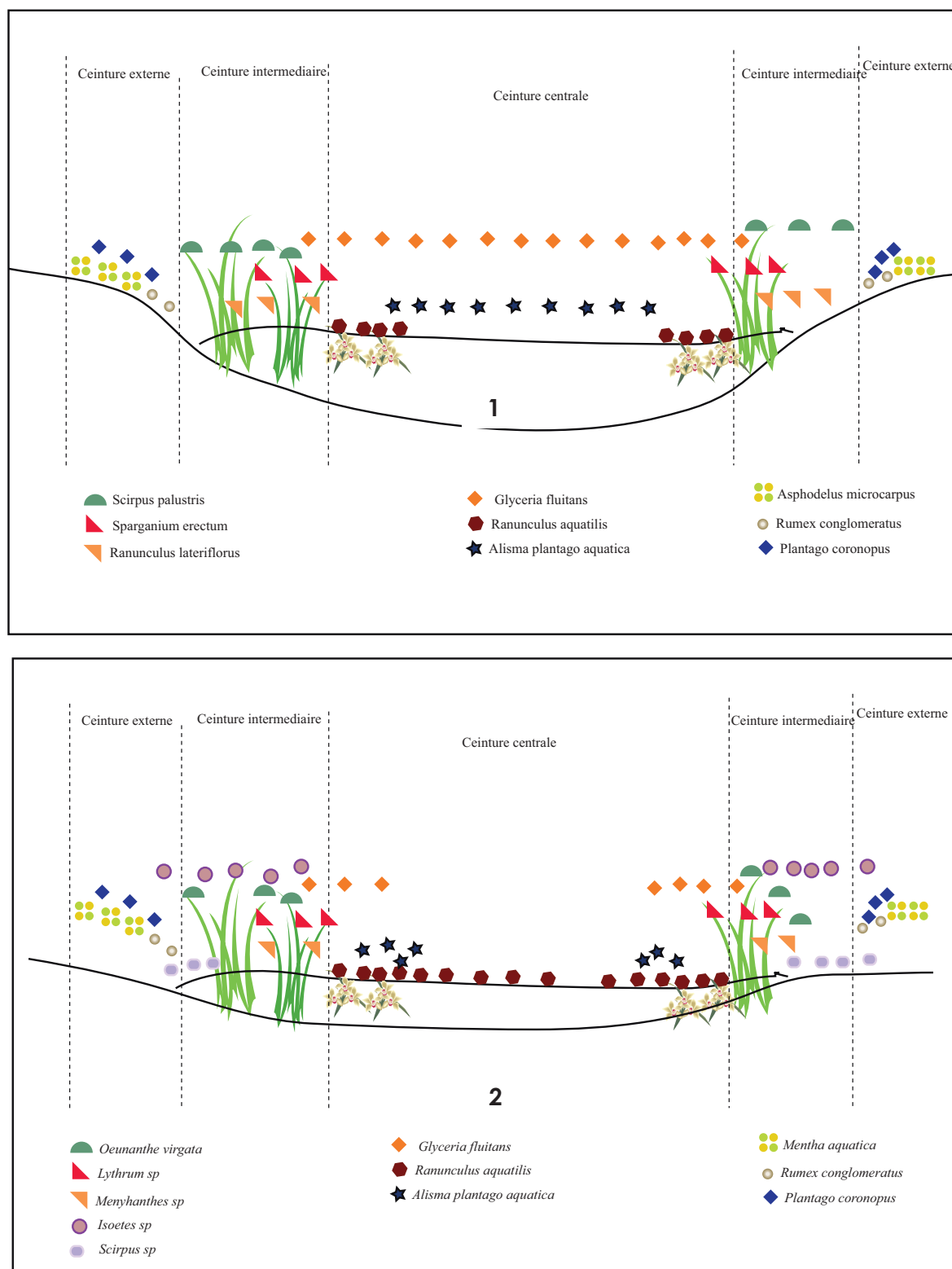
Les mares temporaires étudiées dans le cadre de ce travail se trouvent dans deux contextes différents : l'un forestier, l'autre pastoral. Les mares temporaires, même si elles présentent des caractéristiques communes quant à leur écologie, ne constituent pas un groupe homogène et sont donc diversifiées en fonction des régions biogéographiques (Grillas *et al.*, 2004). Partant de ce principe, il nous a paru important d'entreprendre ici une étude comparative entre les zones d'assemblages polliniques des deux séquences (Madjen El Hnech (Mégriss) et Kesrane (Tamentout : petite Kabylie)).

La première mare de plus grande taille, se trouve dans un milieu ouvert, à vocation pastorale. Elle est localisée dans le Djebel Mégriss qui est isolé dans la partie nord des hautes plaines sétifiennes (vaste terroir céréalier). La deuxième mare étudiée se trouve quant à elle en petite Kabylie, dans la forêt de Tamentout à 1040 m. d'altitude, dans un milieu forestier fermé, où l'activité principale est la production de liège.

Le carottage a donné dans les deux cas un enregistrement sédimentaire de faible profondeur (50 cm). Les sédiments des deux séquences sont composés en grande partie de limon argileux, un peu plus abîmés pour Madjen El Hnech. Cette dernière a une grande période de submersion. La mare Kesrane, visitée en avril, était encore en eau. Nous ne connaissons pas exactement la période de son assèchement ni la durée de mise en eau. La végétation est répartie en zones en fonction de la profondeur de l'eau et de la durée de submersion. La (fig. 5-3) reprend la structuration de la végétation dans les deux mares. Les deux relevés floristiques ont été réalisés au printemps (mai 2008 pour Madjen el Hnech et avril 2010 pour Kesrane). La végétation a la même structuration en ceintures dans les deux mares temporaires, même si les espèces végétales sont différentes : une ceinture externe comprenant des espèces terrestres, une ceinture intermédiaire avec des espèces amphibies et une ceinture centrale avec une végétation aquatique. La ceinture intermédiaire est plus importante dans la mare Madjen El Hnech que dans la mare Kesrane. Dans cette dernière elle était encore en eau. La répartition spatiale et temporelle de la végétation ainsi que le fonctionnement des mares temporaires sont déterminés par des facteurs écologiques (gradients hydrologiques et topographique, alternance des phases inondées et exondées), climatiques (forte variation interannuelle de la pluviométrie) et anthropiques (pâturage, drainage, pollution). La richesse floristique des mares est variable suivant les années, elle est évidemment très liée à leur hydropériode, très hétérogène entre les années et dans la même année entre les mares (De Belair, 2008). Par conséquent la surface des mares ne semble pas

jouer un rôle important dans la richesse floristique associée aux écosystèmes temporaires (Oerteli *et al.*, 2000).

L'étude fossile nous permet de connaître l'évolution de ces écosystèmes sur le long terme et d'appréhender ainsi leur fonctionnement et leur dynamique végétale et anthropique ainsi que celle du site où elles s'insèrent. Les figures (5-4 et 5-5) reprennent respectivement la chronologie et la corrélation des zones d'assemblages polliniques des deux sites. Cela nous permet de comparer les deux séquences polliniques et de mettre en évidence les similitudes mais aussi les différences liées aux contextes dans lesquels elles se trouvent.



5.2.1 Caractéristiques et traits originaux de la dynamique végétale et anthropique passée des mares temporaires Madjen El Hnech et Kesrane

La comparaison ici ne portera pas directement sur la dynamique végétale ou anthropique, puisque nos deux séquences, même si elles recouvrent des périodes chronologiques semblables (300 cal.BP et 200 cal.BP), se trouvent dans des étages bioclimatiques différents. La discussion sera donc axée sur la capacité de ces deux mares, qui se trouvent dans des milieux différents, à enregistrer des changements environnementaux et leur résilience face aux différentes pressions anthropiques.

En effet, la mare qui se trouve dans un contexte forestier appartient au domaine public, alors que celle qui est située en terrain asylvatique qui appartient à des particuliers. Le droit d'usage est donc différent d'un site à l'autre. Les mares à statut foncier public peuvent être utilisées mais pas transformées par les usagers, tandis que les mares privées peuvent l'être.

Chronologie cal. BP	Madjen El Hnech	Kesrane	Commentaire
0		MKS4b	Hausse de <i>Pinus</i> et diminution de <i>Quercus</i> Courbe continue d' <i>Olea</i> <i>Chute de Quercus canariensis</i>
50	MMH6	MKS4a	Hausse des IPA <i>Hausse des IPA</i>
		MKS3b	Disparition d' <i>Isoetes</i> Appauvrissement en plantes Hygrophiles <i>Enrichissement en plantes Hygrophiles</i>
100	MMH5b	MKS3a	Hausse de <i>Quercus</i> <i>Déclin de Quercus suber et augmentation de Quercus canariensis</i> Baisse de <i>Pinus</i> <i>Augmentation des Ericacées</i>
		MKS2b	Augmentation des arbustes <i>Apparition de Cerealia-type</i> <i>Augmentation du taux d'humidité localement</i>
150	MMH5a	MKS2a	
		MKS1b	Augmentation des Ericacées Baisse de <i>Quercus</i> et <i>Pinus</i> et <i>Olea</i> <i>Augmentation de Quercus suber et Canariensis</i>
200	MMH4	MKS1a	Maximum d' <i>Artemisia</i> Augmentation des IPA <i>Faible taux des IPA</i> Maximum d' <i>Isoetes</i> <i>Baisse de Potamogeton</i> <i>Faible présence des Hygrophiles</i>
250	MMH3		Baisse de <i>Quercus</i> Courbe régulière de <i>Pinus</i> Recul de <i>Salix</i> Maximum d' <i>Ephedra</i> et de <i>Cistus</i> <i>Apparition d'Artemisia</i> Augmentation des herbacées héliophiles Bonne représentation des hygrophiles
300	MMH1b		
350	MMH1a		Rapport AP/NAP à son maximum. 40% Occurences des céréales

Tableau 5-2. Chronologie et corrélation des zones d'assemblage pollinique des mares temporaires Madjen El Hnech (Djebel Mégriss- Constantinis) et Kesrane (forêt de Tamentout- petite Kabylie). Les commentaires en italique concernent la mare Kesrane

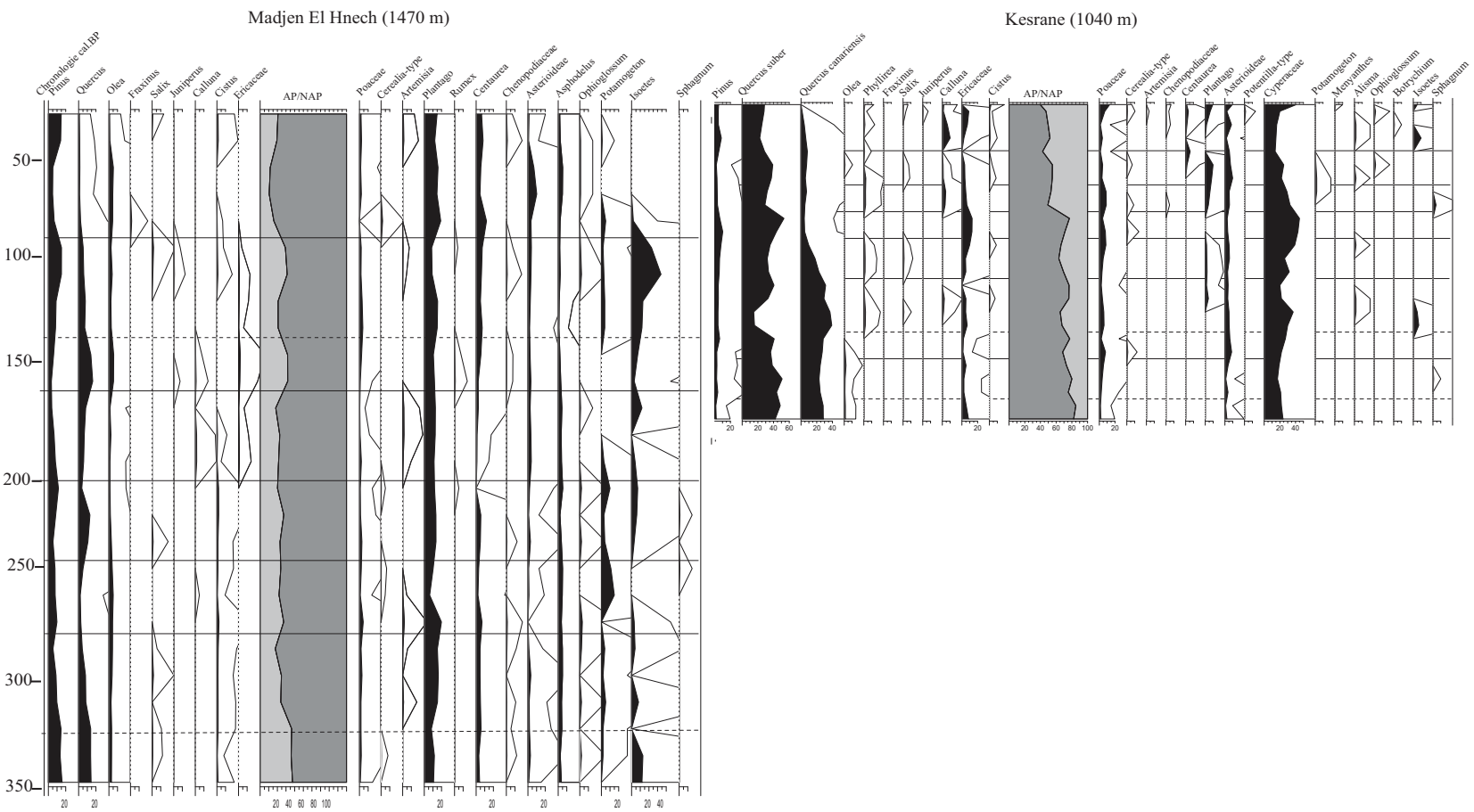


Figure 5-3. Dynamiques végétale et anthropique des mares temporaires Madjen El Hnech (Djebel Mégriss-Constantinois) et Kesrane (forêt de Tamentout- petite Kabylie)

5.2.2 Interprétation chronologique et histoire de la végétation des mares temporaires

Malgré un espace forestier dense, les spectres polliniques herbacés de la séquence de Kesrane sont assez diversifiés et des marqueurs polliniques sont présents le long de la séquence. Dès la base, vers 170 cal. BP environ, certains taxons en relation avec la présence ou le passage de troupeaux (Asteroidées, *Botrychium* et *Ophioglossum*) sont déjà présents, même si leur taux ne sont pas élevés. La forêt très dense a certainement joué un rôle de filtre important à ce moment-là. A partir de 140 cal.BP environ, le site marque un changement important caractérisé par une réduction de la zéanaie, dont les pourcentages chutent considérablement tandis que les marqueurs anthropiques augmentent. Les espèces rudéro-nitrophiles sont régulièrement présentes même si leurs occurrences restent modestes. Des pratiques agricoles sont aussi enregistrées (présence de céréales) d'une manière continue, surtout en fin d'enregistrement. Dès cette période, des activités humaines sont perceptibles dans ce milieu très fermé et les indices polliniques laissent penser que de petits troupeaux ont fréquenté le sous-bois. Il est possible qu'au cours de cette période l'anthropisation soit proche du site et que le rideau forestier jouant un rôle filtrant soit interrompu suite à la régression de *Quercus canariensis*-type. Localement la zone humide connaît, à partir de 120 cal.BP environ, une évolution progressive du milieu de dépôt : aquatiques et hygrophiles retrouvent des valeurs importantes, ce qui pourrait traduire un gain en humidité du milieu et une remontée de la nappe d'eau. Les Cypéracées font partie de la végétation hygrophile prairiale locale, poussant en ceintures autour du site.

La séquence de la mare Madjen El Hnech, quant à elle, enregistre une fréquentation pastorale locale et régionale dès le début de l'enregistrement. Les indicateurs polliniques d'anthropisation semblent se développer tout au long de la séquence et tout un cortège lié à la présence de troupeaux apparaît (*Plantago*, *Centaurea*, *Euphorbia*, *Asphodelus* et les Ericacées) accompagné d'un essor des Ranunculacées. Localement, le site connaît un changement d'humidité, avec le retrait des espèces hydrophiles. On note la disparition d'*Isoetes* à la fin de l'enregistrement. Il est donc évident et clairement mis en évidence par les assemblages polliniques fossiles que la mare Madjen El Hnech est plus anthropisée que la mare Kesrane.

L'étude de Bouahim (2010) a démontré que les mares sous menaces fortes et en danger de disparition sont, fort logiquement, celles qui se trouvent en milieu agricoles et à proximité des villes. Les usages recensés dans la mare Kesrane sont le pâturage et le captage d'eau, tandis que la mare Madjen El Hnech subit des pressions anthropiques beaucoup plus intenses et plus variées (pâturage, pollution, extraction de sparganier, cueillette de plantes médicinales, pompage d'eau).

Résilience des mares temporaires

Les facteurs locaux prédominent dans la détermination de la composition de la végétation des mares temporaires (Keeley et Zedler 1998 ; Quézel 1998 ; Lenssen 1999 ; Collinge 2003, Rhazi *et al.* 2000 ; Grillas *et al.* 2004 ; Trémolières 2004 ; Deil 2005). En effet, les caractéristiques locales contrôlent les facteurs de survie des espèces (recrutement, installation et reproduction) et leur tolérance aux caractéristiques physico-chimiques du sol et de l'eau. Lorsqu'elles affectent ces facteurs, les activités humaines ont un impact sur la conservation des espèces. Ceci dit, il faudrait distinguer les atteintes conduisant à la destruction directe des mares temporaires (urbanisation, comblement) de celles contribuant à leur dégradation et perturbation (drainage partiel, pollution, pâturage). Ces dernières sont moins irrémédiables mais modifient le fonctionnement écologique de ces habitats (introduction d'espèces envahissantes, fermeture de milieu ou atterrissement).

L'estimation de la diversité palynologique dans les assemblages polliniques des mares temporaires Madjen El Hnech et Kesrane a démontré, dans les deux sites, une corrélation entre l'ouverture du milieu, la pression anthropique et la diversité floristique estimée. Cependant, raisonner sur la base du nombre total d'espèces présentes, est peu révélateur des conséquences de l'anthropisation, en raison du remplacement d'un cortège typique des mares, par des végétaux communs plus adaptés aux perturbations telles que les espèces rudérales ou ubiquistes (Rhazi, 2001 ; Rhazi *et al.*, 2006). Ainsi, pour les seules espèces caractéristiques des mares (*Isoetes*, *Menyanthes*, *Potamogeton*...), la mare Kesrane est plus riche que la mare Madjen el Hnech. Le pâturage est l'usage le plus fréquent dans les deux régions étudiées. Bien qu'il diminue l'abondance des espèces préférentielles, il n'induit pas leur disparition. Selon Bouahim (2010), le pâturage peut coexister avec une grande richesse en espèces préférentielles comprenant les espèces rares. D'ailleurs l'abandon du pâturage extensif des troupeaux, peut se traduire par la fermeture du milieu et la colonisation des milieux herbacés par des espèces ligneuses. Nous avons observé ce cas au niveau d'une mare temporaire située sur le flanc est du Djebel Mégriss, à 1220 m d'altitude (cf. partie 3. fig. 3-3). D'autres usages plus intensifs (piétinement, agriculture, drainage) peuvent réduire sensiblement la richesse de ces milieux par modification des conditions locales. Le piétinement peut induire un enfouissement des graines, limitant ainsi la germination. Il faut savoir que les stocks semenciers augmentent la résilience de la végétation des mares temporaires (Amigo, 1987 ; Médail *et al.* 1998 ; Grillas, 2004). Ainsi, dans les assemblages polliniques des séquences du Djebel Mégriss, pendant les périodes de forte charge pastorale (piétinement et de tassement du sol), la richesse palynologique diminue. Toutefois certaines espèces semblent tolérer un certain niveau de perturbation. Cette tolérance pourrait être liée à leurs traits de vie comme le caractère annuelle, la survie et le pouvoir germinatif ou encore la phénologie tardive qui réduit la compétition et favorise leur expansion (Adams *et al.*, 2005 ; Devictor *et al.*, 2007 ; Rhazi *et*

al. 2001 ; 2006 ; 2009). L'abondance de ces espèces tolérantes aux perturbations (résistantes ou résilientes) dans les mares pourrait alors être utilisée comme indicateur pour évaluer le niveau de vulnérabilité de ces habitats aux différents usages. Ainsi l'étude paléoécologiques des profils des mares temporaires dans le cadre de cette thèse nous a fourni des informations précieuses et précises sur leur propre histoire.

La mare Madjen El Hnech enregistre une perturbation qui affecte tout particulièrement son régime hydrique. Sa durée d'inondation est très longue. *Alisma* colonise le centre de la mare avec *Sparganium erectum*. Cette parvoroselière semble être le résultat d'une eutrophisation du milieu (Grillas *et al.*, 2004). L'étude paléoécologique et la pluie pollinique ont démontré l'existence d'*Isoetes* dans les deux mares. Malheureusement, la détermination pollinique du taxon au rang du genre ne nous permet pas de savoir de quelle espèce il s'agit. D'autant plus que les relevés de végétation effectués aux niveaux des mares, ne couvrant qu'une période, ne renferment pas cette espèce. Il aurait fallu faire plusieurs inventaires de végétation pendant l'année, pour avoir une liste exhaustive. Néanmoins cette information est très importante, car les mares transitoires à *Isoetes* représentent un milieu de haut intérêt biologique et écologique mais qui sont en grand danger de disparition et dont la sauvegarde doit être assurée de façons impérative (Le Dantec *et al.*, 1998 ; Quezel, 1998 ; Médail, 1998). Dans les mares de Rassauta près d'Alger, par exemple, le drainage et le colmatage ont entraîné la disparition définitive des *Isoetes* (Chevassut et Quezel, 1956 ; Chevassut, 1956). Toutefois, en raison de la grande adaptation des espèces aux variations spatio-temporelles de l'environnement, il faut être prudent avant d'affirmer la disparition totale des végétaux. L'exemple de la mare Madjen El Hnech est de ce point de vue significatif car l'extinction de l'espèce à la fin de l'enregistrement et sa présence dans les pollens des sédiments de surface soulignent le rôle de la banque de diaspores du sol dans le maintien à long terme de ces espèces. Il est évident que les stocks semenciers augmentent la résilience de la végétation des mares temporaires (Médail *et al.* 1998 ; Grillas *et al.* 2004 ; Amami, 2010).

5.2.3 Implication pour la conservation des mares temporaires

Les données recueillies mettent en évidence l'adaptation des cortèges floristiques des mares temporaires aux perturbations (Bullock *et al.* 1995, Sternberg *et al.* 2000 ; Hutchings et Gordon, 2001 ; Manzaneda *et al.* 2005). Il en ressort aussi que le régime hydrologique temporaire agit comme la contrainte majeure qui détermine la structure et la composition de la végétation hydrophytique des mares (Grillas *et al.*, 2004). Il faudrait donc analyser l'agencement et la dynamique spatio-temporelle de ces phytocénoses en relation avec les paramètres climatiques, édaphiques et anthropiques, afin de connaître l'évolution et les successions végétales, en situation normale ou perturbée, éléments nécessaires en vue d'une gestion de ces fragiles ensembles biotiques (Médail *et al.*, 1998). Par exemple, dans le cas de la formation tourbeuse Mégriss Ouest, dans un contexte de comblement sédimentaire mis en évidence par l'étude paléoécologique, la réduction de l'hydropériode a amené à la disparition du cortège hydrophytique au profit du cortège opportuniste et à l'extinction d'une flore remarquable comprenant une espèce emblématique, *Elatine sp.*, qui est classée comme vulnérable en Afrique du nord (Vanden Berghen, 1966 ; Lorenzoni et Paradis, 1997 ; Garcia *et al.*, 2010 ; Popiela *et al.*, 2011).

Des mesures sont nécessaires partout pour assurer le maintien du capital biologique de ce type d'habitat qui est sans conteste un des plus originaux et des plus riches sur le pourtour méditerranéen (Quezel, 1998 ; Zedler, 2003 ; Paradis *et al.* 2009 ; Bagella et Caria, 2012). L'éclaircissement de la végétation haute par le pacage bovin pourrait être une bonne mesure de gestion et de conservation. Il faudrait aussi éviter le maintien d'eau en permanence et toute modification de l'hydrologie des mares (drainage, comblement) ainsi que l'extraction de sédiments qui détruit le stock semencier. Certains impacts antropozoogènes peuvent être favorables, voire nécessaires pour la pérennité des milieux à régime hydrique transitoire. Ainsi sur le plateau de Vendres (Médail *et al.*, 1998) des taxons d'*Isaetes* n'ont pas souffert du pâturage mais au contraire se sont maintenus grâce à ces pratiques qui ont limité la progression des Cypéracées et des Poacées expansionnistes. Certains taxons à rhizomes peuvent être dispersés par certains labours (Amigo, 1987). Une approche pluridisciplinaire intégrant l'écologie, la sociologie et l'histoire doit être adoptée afin d'apporter des réponses aux problématiques liées à ces habitats.

L'étude paléoécologique des deux mares Madjen El Hnech et Kesrane confirme malheureusement encore une fois le détachement et l'indifférence que porte l'homme à ces habitats, puisque aucune mesure de gestion ou de préservation de ces écosystèmes n'y est appliquée. Les mares temporaires sont le résultat des interactions passées et actuelles entre les systèmes écologiques et les systèmes sociaux. En effet les communautés locales par des droits d'usage traditionnels ou non, ont toujours tiré

profit des ressources offertes par ces écosystèmes et cela pendant des siècles ce qui n'est pas sans conséquences. Dans une perspective historique, l'action de l'homme sur les mares temporaires est contrastée, d'une part les pressions anthropiques les détruisent ou les dégradent et d'autre part de nombreuses mares ont des origines artificielles et ont été créées pour remplir diverses fonctions (Grillas *et al.*, 2004). Ce qui semble être le cas des deux mares étudiées ici.

5.3 Anthropisation et impact sur le couvert végétal du secteur biogéographique Kabylie-Constantinois- Numidie.

Les séquences des différents sites étudiés dans le cadre de cette thèse recouvrent des périodes chronologiques variables. Si la séquence du lac Noir couvre une période ancienne, remontant à plus de 2000 cal. BP environ, celles du Djebel Mégriss et la mare Kesrane couvrent des périodes beaucoup plus récentes de l'ordre de quelques siècles. La comparaison des séquences polliniques obtenues est néanmoins essentielle pour synthétiser les données et mettre en évidence les similitudes lorsqu'elles existent mais surtout les différences liées à la dynamique locale de la végétation et aux pratiques sociales, qui sont différentes d'une région à une autre. Ainsi, considérées globalement, nos données nous permettent de retracer l'évolution des actions anthropiques et les dynamiques environnementales en Algérie du nord au cours des derniers siècles. En effet en couvrant un secteur biogéographique assez large (Kabylie, Constantinois, Numidie) ce travail nous permet de sillonner des paysages différents modelés par l'homme qui y pratique l'agriculture (culture d'olivier ou céréaliculture) et le pâturage ou encore l'exploitation forestière (industrie du liège, émondage du zéen). Les signatures anthropiques ne sont évidemment pas les mêmes, et les pratiques sont conditionnées et dictées par la nature du paysage et l'accessibilité du terrain. La figure (5-6) reprend l'histoire de l'anthropisation dans les sites d'étude.

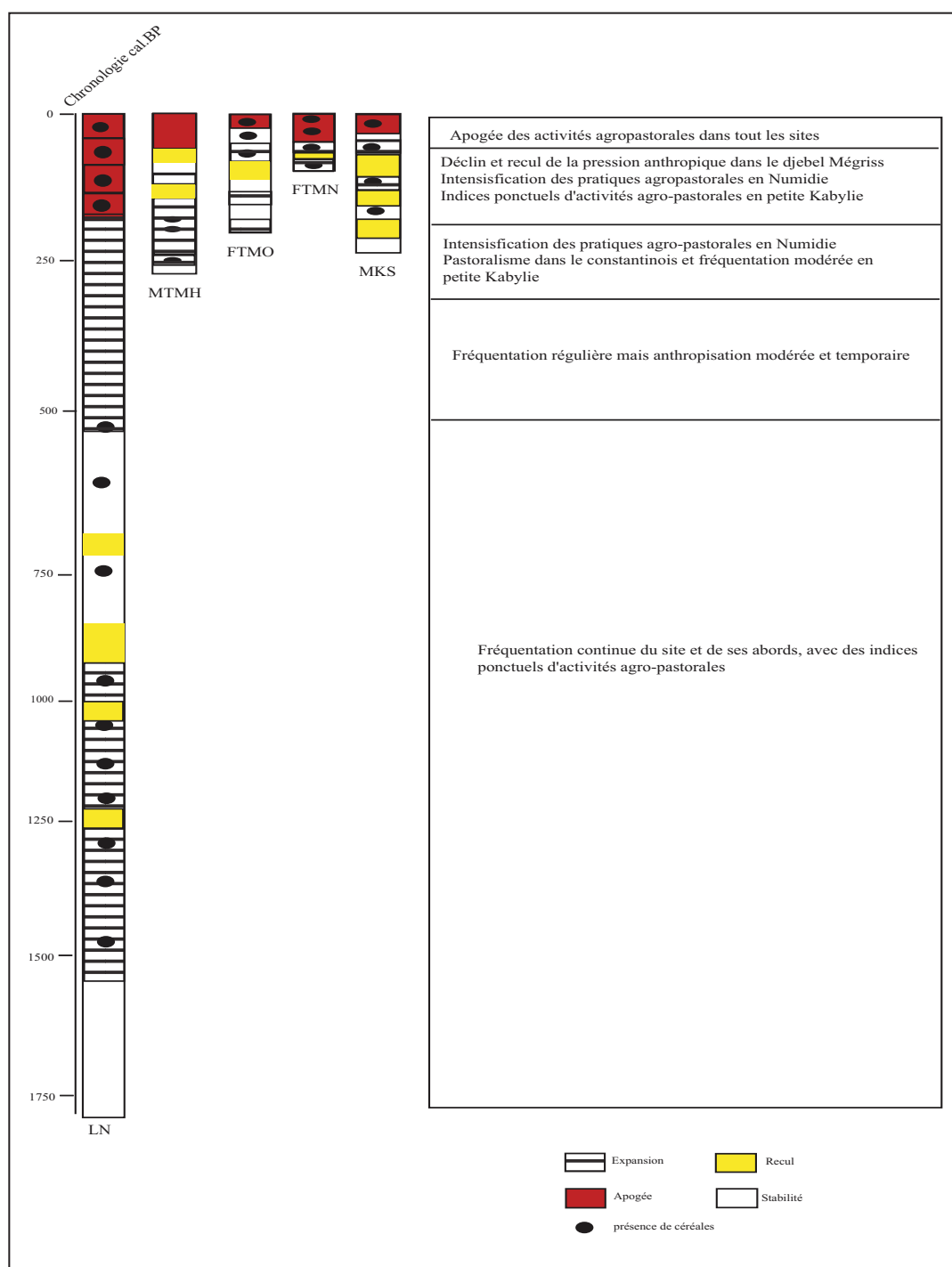


Figure 5-4. Chronologie et dynamique d'anthropisation dans les différents secteurs biogéographiques (Numidie-Constantinois-Petite Kabylie)

La base de la séquence du lac Noir présente des assemblages polliniques à dominance steppique riches en armoises et en Ericacées. Les Cichorioidées et les Apiacées sont également abondantes. Un enregistrement régulier des indices polliniques d'anthropisation tout au long de la séquence est noté. Des reculs sont néanmoins notables vers 1500 et 1000 cal. BP environ. Il ne s'agit pas là d'un fléchissement total des indices d'anthropisation mais plutôt d'une fréquentation modérée du site et de ses abords et surtout d'une dynamique des taxons arboréens et arbustif. Les céréales présentent des courbes continues sur pratiquement toute la séquence, signalant une pérennité de l'agriculture.

A partir de 300 ans cal. BP environ, soit à la fin du XVIII^e siècle, les activités agropastorales redémarrent et le plantain, les Poacées, les céréales et l'olivier présentent des courbes importantes et continues. La séquence de Madjen El Hnech indique une fréquentation aussi importante du site et une exploitation probable de la forêt régionale. Le plantain et les centaurees sont dominants. Les indices polliniques d'anthropisation sont réguliers tout au long de la séquence même si on note de brèves périodes de recul. D'ailleurs les trois séquences du Djebel Mégriss révèlent une hausse de tous les indices polliniques d'anthropisation (plantain, Centaurees, Armoises, chénopodes ...), suggérant une exploitation pastorale à cette période.

Sur le site de Kesrane en petite Kabylie, la pression anthropique s'est traduite par la destruction vers 120 cal. BP environ, du chêne zéen suite à des pratiques d'émondage et d'abattage durant une phase d'accentuation des pratiques humaines. Cette augmentation des activités agropastorales touche tous les sites étudiés où l'on note l'apogée des indices polliniques d'anthropisation aussi bien en montagne qu'en plaine.

5.4 Implication de l'étude paléoécologique pour la conservation des zones humides

La gestion des zones humides s'est généralement basée sur des études actuelles, sans intégrer les considérations historiques. Peu d'études ont intégré ce paramètre (Le Dantec *et al.*, 1998 ; Amani, 2010 ; Daoud-Bouattour *et al.*, 2011 ; Muller *et al.*, 2012), alors que les zones humides contiennent des archives paléoécologiques qui peuvent fournir des informations précieuses sur leur propre histoire. Ainsi notre étude vise à reconstituer la diversité des zones humides et leur richesse ainsi que leur dynamique historique dans une perspective de gestion et de conservation. Connaître le fonctionnement et la résilience à l'échelle historique des zones humides nous semble fondamental pour définir les priorités de conservation et d'identifier les actions d'aménagement nécessaires.

Les zones humides étudiées (à l'exception du lac Noir) se révèlent être d'origine récente (moins de 300 ans), et soumises à des pressions anthropiques considérables. Elles ne font l'objet d'aucune mesure de protection. Les données paléoécologiques montrent que les taxons herbacés se sont étendus de plus en plus et que les communautés qu'ils constituent n'ont pas la même réponse aux activités humaines. Certains persistent, d'autres disparaissent. L'évaluation de la résilience fournie par la paléoécologie est une donnée précieuse pour la conservation. En effet, elle nous permet d'affiner les mesures de gestion (pratique agricole traditionnelle, pâturage contrôlé) (Willis et Birks, 2006 ; Feurdean et Willis, 2008). Nos résultats et les données paléoécologiques montrent clairement que les réponses des espèces aux perturbations humaines pourraient être utilisées afin d'évaluer leur vulnérabilité et concevoir donc des mesures de gestion appropriées. La survie des espèces hydrophytiques est liée à leur grande souplesse écologique qui leur permet de supporter les perturbations plus ou moins modérées. En conséquence la disparition de taxons semblerait être due à la destruction de leur habitat. La disparition d'*Elatine* dans la formation tourbeuse Mégriss ouest en est un bon exemple puisqu'elle semble être causée par le comblement de la mare.

Les données paléoécologiques illustrent la complexité des dynamiques des milieux humides résultant de l'interaction entre milieu, climat et perturbation anthropique (Willis *et al.* 2005). Dans ce contexte nos résultats contribuent à mettre en évidence l'intérêt de la définition de «valeurs historiques» pour les espèces et communautés végétales. L'évaluation de la biodiversité passée régionale des zones humides, constitue ainsi une base solide pour la préservation ou la restauration des communautés végétales des milieux humides et nous permet d'adapter les politiques de gestion et de conservation à long terme. Cette diversité est en étroite relation avec les actions anthropiques et leur nature. Ce travail met donc en exergue l'utilisation intégrée des données paléoécologiques, historiques et actuelles pour la conservation des zones humides méditerranéennes.

5.5 Conclusion et perspectives

Ce travail a permis, grâce à une approche pluridisciplinaire alliant l'écologie à la paléoécologie de cerner la dynamique environnementale et anthropique des zones humides d'Algérie du Nord. Notre étude s'inscrit dans une région où les études palynologiques (à part le lac Noir) sont inexistantes. Elle a donc apporté les premières données paléoécologiques et des informations sur les dynamiques d'anthropisation et les interactions sociétés-milieus, même si ces dernières sont de portée récente. Ces résultats ont été obtenus grâce à la mise en place de plusieurs approches combinées telles que la caractérisation des indices d'anthropisation, la mise en place d'un référentiel actuel, l'estimation de la richesse palynologique et la perte au feu. L'objectif était d'entreprendre des études polliniques et de les compléter pour pouvoir connaître le fonctionnement, la dynamique et la résilience des zones humides face aux perturbations anthropiques qu'elles subissent depuis des siècles. Dans une optique de gestion conservatoire, la prise en compte des dynamiques passées des zones humides est fondamentale et pourrait être un outil essentiel pour définir les priorités de conservation et l'identification des actions d'aménagement nécessaires.

Choix des sites d'étude

En choisissant des sites positionnés dans des secteurs et contextes différents, nous avons privilégié une approche spatiale régionale qui nous a permis de caractériser l'évolution environnementale propre à chaque territoire et aussi de mettre en évidence en comparant les sites entre eux des dynamiques d'anthropisation différentes dues aux diverses situations géographiques. Cela nous a permis de connaître l'évolution du paysage et des interactions hommes / milieux durant les derniers siècles, selon un transect altitudinal reliant le littoral aux montagnes kabyles en passant par les hautes plaines.

L'approche multidisciplinaire

La mise en place de plusieurs approches combinées nous a permis d'apporter des informations nouvelles sur les dynamiques végétales et anthropiques des zones humides d'Algérie du Nord. Ainsi, la caractérisation des indicateurs anthropiques du Djebel Mégriss et l'étude des pollens de surface de la mare Madjen El Hnech nous ont permis d'individualiser les principaux indicateurs anthropiques et de caractériser la structuration de la végétation des mares temporaires. L'obtention de ces indicateurs d'anthropisation nous a été d'une aide précieuse pour l'interprétation de nos données polliniques fossiles, mais cette étude n'a été réalisée que sur un seul site pour des raisons de temps mais surtout d'accessibilité du terrain. Cette approche devra être complétée, approfondie et généralisée sur l'ensemble des sites. L'étude conjointe des pollens avec d'autres proxies telles que la richesse palynologique et la perte au feu nous a aidé à consolider nos hypothèses et justifier nos interprétations.

Néanmoins, des approfondissements méthodologiques sont nécessaires pour l'enrichissement et l'interprétation des données : utilisation de documents historiques pour la période récente; prolongement des recherches sur les analogues actuels en Algérie, (Mazier, 2006 ; Gaillard, 2007) ; étude des microfossiles non polliniques (MNP) dont l'intérêt est d'être en étroite corrélation avec les pratiques humaines (Davis, 1987 ; Burney *et al.* 2003 ; Cugny *et al.* 2010 ; Cugny, 2011 ; Faure, 2012) ; réalisation de collections de référence pour l'identification des pollens (cette approche a bien souvent été limitée à la famille ou au genre, ce qui pose problème).

Cela dit, le croisement des méthodes utilisées pour ce travail, nous a permis de répondre aux questions sur lesquelles reposait notre problématique.

La première question consistait à combler un vide géographique dans les analyses paléoenvironnementales. En effet très peu d'études ont été réalisées en Algérie (Ritchie, 1984; Salamani 1991; Salamani 1993; Benslama 2001; Benslama *et al.* 2010). Les analyses polliniques des différents sites ont permis de mettre en place une base de données à l'échelle locale (secteur biogéographique Kabylie-Constantinois-Numidie), mais viennent aussi alimenter des bases de données à des échelles plus larges, à savoir le Maroc (Reille, 1976 ; 1977 ; Ballouche, 1986 ; Bernard, 1987 ; Ballouche et Damblon, 1988 ; Lamb *et al.*, 1989 ; Damblon, 1991 ; El Hamouti *et al.*, 1991 ; Cheddadi *et al.*, 1998, Ballouche, 2003 ; Amami, 2010) la Tunisie (Ben Tiba, 1982 ; 1995 ; Ben Tiba et Reille, 1982 ; Damblon et Vanden Berghen, 1993 ; Stanbouli, 1997 ; Stanbouli Esaassi, 2003), et le bassin méditerranéen, où la liste de travaux est beaucoup plus longue.

La deuxième question concernait l'origine des zones humides et notamment celles des mares temporaires. A part le lac Noir, les zones humides étudiées dans le cadre de cette thèse pourraient être d'origine anthropique. En effet, le caractère récent de ces dernières et leur utilisation dès le début des enregistrements polliniques pourrait confirmer cette hypothèse. Mais d'autres études sont nécessaires (géomorphologique, morphogénétique) pour pouvoir connaître avec exactitude leur origine.

La troisième question portait sur les principales étapes d'anthropisation et l'histoire de l'occupation humaine dans ces régions. Dans ce domaine, les analyses polliniques et surtout les indices polliniques d'anthropisation ont considérablement et largement répondu à notre interrogation. L'analyse pollinique des séquences sédimentaires prélevées nous a permis d'obtenir une image continue de l'occupation humaine mais aussi de relever des conditions d'exploitation différentes entre les sites selon un gradient altitudinal et selon une diversité des milieux. Ainsi les zones humides se trouvant dans des milieux ouverts sont-elles beaucoup plus exposées aux perturbations d'ordre anthropique que celles situées en contexte forestier.

La quatrième question était de connaître les limites et les potentiels de l'analyse pollinique dans les milieux humides temporaires. En effet le carottage, l'extraction et la détermination des grains de pollens souvent mal préservés dans ces milieux sont autant de facteurs limitants. Les résultats des analyses polliniques des séquences des mares temporaires étudiées dans le cadre de ce travail témoignent de la possibilité d'étudier les sédiments pourtant très oxydés de ces habitats. Ces derniers contiennent des assemblages polliniques suffisamment conservés permettant leur interprétation. D'ailleurs cette étude nous a permis d'attester la présence ancienne d'une espèce rare : *Elatine sp* qui a malheureusement disparu suite au comblement de la mare se trouvant à Megriss. Cette découverte nous incite à pousser les recherches dans cette formation et à essayer de réintégrer cette espèce dans son habitat naturel. Ces travaux doivent être poursuivis afin d'améliorer la conservation des plantes rares des mares temporaires méditerranéennes et de contribuer à une meilleure compréhension des mécanismes qui contrôlent leur répartition et leur statut actuel (Daoud-Bouattour *et al.* 2009).

Ce travail de thèse a permis de répondre à certaines questions mais beaucoup d'autres restent en suspens, qui ouvrent autant de perspectives de recherche et de points à développer. Les séquences étudiées, même si elles présentent des résolutions temporelles faibles, ont permis d'apporter des réponses encourageantes et stimulantes à notre problématique, ce qui incite à poursuivre l'étude d'autres séquences. La continuation des recherches paléoécologiques en Algérie est indispensable compte tenu de la rareté des travaux. Par ce travail nous espérons avoir posé les premiers jalons qui permettront d'impulser de nouvelles recherches et d'éveiller la curiosité pour l'histoire et la mise en place des paysages en Algérie. Pour ce faire, le travail de défrichement que nous avons entamé doit se poursuivre, en réalisant un bilan exhaustif et une typologie des zones humides en Algérie notamment les tourbières et les mares temporaires. La recherche de nouvelles séquences dans d'autres secteurs de formations tourbeuses plus anciennes est nécessaire pour obtenir des enregistrements de meilleure qualité. Il faudrait aussi mettre en place des collaborations entre archéologues, géographes, écologues et palynologues. En effet, la paléoécologie s'appuie sur un large éventail de disciplines dont les croisements pourraient aider à la proposition de scénarii d'occupation. Et comme l'a si bien dit Pierre Legri dans son introduction lors des actes de symposium de l'APLF en 1988 à Bordeaux « *la collaboration de palynologues et d'écologistes est un gage de progrès de recherche à bénéfice réciproque* ».

Enfin par ce travail, nous espérons avoir contribué à l'évaluation de l'impact des sociétés sur les milieux et plus précisément sur les zones humides en Algérie, et produit des résultats palynologiques qui auront amélioré les connaissances sur les dynamiques des zones humides notamment les mares temporaires, encore très mal connues et auront apporté des pistes en terme de conservation. Les données polliniques sont définitivement un outil de gestion et de préservation.

Bibliographie

Abi-Saleh B., Barbero M., Quezel P., 1976. Les séries forestières de végétation au Liban, essai d'interprétation schématique. *Bulletin de la société Botanique de France*, 123 : 541-561.

Abbaoui A., 1998. *Etude ethnobotanique de Djebel Mégriss (Nord de Sétif)*. Mémoire d'Ingénieur. Université Ferhat Abbas. Sétif. 51 p.

Acreman M., 2000. *L'hydrologie des zones humides. Collection conservation des zones humides méditerranéennes*. Tour du Valat. 112 p.

Adam V.M., Marsh D.M., Knox J.S., 2005. Importance of the seed bank for population viability and population monitoring in a threatened wetland herb. *Biological conservation*, 124: 425-436.

Aimé S., Bonin G., Chaabène A., Loisel R., Saoudi H., 1986. Notes phytosociologiques Nord Africaines. Contribution à l'étude phytosociologique des zénaies du littoral Algéro-Tunisien. *Ecologia Mediterranea*. Tome XX. Fasc. (3-4) : 113-131

Amami B., 2010. *Dynamiques temporelles à court et long terme d'une mare temporaire méditerranéenne et implication pour la conservation (Maroc occidental)*. Thèse de Biologie et Santé, Université Hassan II. 192 p.

Amigo J.J., 1987. Exit la mare temporaire de San-Estève (Saint-Estève, Pyrénées-Orientales, France). *Naturalia Rusciniensis*, 1 : 71-136.

Andersen S.T., 1970. The relative pollen productivity and pollen representation of North European trees, and correction factors for tree pollen spectra. *Danmarks Geologiske Undersogelses*, 96: 1-96.

Angeler D.G., Moreno J.M., 2007. Zooplankton community resilience after press-type anthropogenic stress in temporary ponds. *Ecological Applications*, 17: 1105-1115.

Bagella S., Caria., 2012. Diversity and ecological characteristics of vascular flora in Mediterranean temporary pools. *C.R.Biologies*, 335: 69-76.

Ballouche A., 1986. *Paléoenvironnements de l'homme fossile Holocène au Maroc; apport de la palynologie*. Thèse de l'Université de Bordeaux.

Ballouche A., Damblon F., 1988. Nouvelles données palynologiques sur la végétation holocène du Maroc. Institut français de Pondichéry, *Tr. Sect. Sci. Tech*, 25: 83-89.

Ballouche A., 2003. La dimension anthropique de l'histoire de la végétation holocène au Maghreb. In Conférence : *Le peuplement ancien de l'Algérie : sa place dans le contexte méditerranéen*. Collège de France. Paris.

Ballouche A., et Marival P., 2003. Données palynologiques et carpologiques sur la domestication des plantes et l'agriculture dans le Néolithique ancien du Maroc septentrional. *Revue d'Archéométrie*, 27 : 49-54.

Barbault R., 2005. *Naturalité et conservation de la biodiversité*. Premières rencontres MAB France/RNF, 19-20 avril 2005. URL : http://www.pole-tourbiere.org / Actes_colloque.htm.

- Barber K.E., 1993. Peatlands as scientific archives of past biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, 2: 474-489.
- Barbero M., Giudicelli J., Loisel R., Quezel P., Terzian E., 1982. Etude des biocénoses des marais et ruisseaux temporaires à éphémérophytes dominants en région méditerranéenne française. *Bulletin Ecologie*, 13 : 387-400.
- Barnaud G., Bazin P., Mermet L., 1999. Zones humides : quand les perspectives de 1994 se transforment en réalité. *Annales des mines* : 75-84.
- Barnaud G., Fustec E., 2007. *Conserver les zones humides : pourquoi ? comment ?* Educagri. 295p.
- Battandier A et Trabut L., 1902. *Flore analytique et synoptique de l'Algérie et la Tunisie*. 460p.
- Bauder E.T., 2000. Inundation effects on small-scale plant distributions in San Diego, California vernal pool. *Aquatic Biology*, 34 : 43-61.
- Bazin P., Mermet L., 1999. L'évaluation des politiques « zones humides » de 1994 : son origine, son déroulement, ses résultats. *Responsabilité Environnement*, 14 : 79-89.
- Beaudet G., 1969. *Le plateau central Marocain et ses bordures, étude géomorphologique*. Ministère de l'Enseignement Supérieur du Maroc, Ministère Français de l'Education Nationale et des Affaires Etrangères, Rabat, 478p.
- Behre K. E., 1981. The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et Spores* XXIII : 225-245.
- Behre K.E., 1986. *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*. A.A. Balkema, Rotterdam, Boston, 232 p.
- Behre K.E., 1988. The role of man in vegetation history. In Berglund B, (dir), *Vegetation History*., Huntley et Webb.: 633-667.
- Belouahem-Abed D., Belouahem F., Bélair G., 2009. Biodiversité floristique et vulnérabilité des Aulnaies glutineuses de la Numidie Algérienne. *European Journal of Scientific Research*, 32 (3) : 329-361.
- Bencheikh S et Tchier A., 2006. *Inventaire des peuplements à Quercus rotundifolia Lam. du Djebel Mégriss (Setif, Algérie)*. Mem.Ingé. Université Ferhat Abbes Sétif
- Bendjoudi H et De Marsily G., 2000. Le fonctionnement hydrologique des zones humides. In *Fustec E et Lefeuvre J.C. (eds), Fonctions et valeurs des zones humides*, Paris, Dunod : 61-81.
- Benslama M., Zanache H., Djili K., 2007. Morphoanalytical characteristics of Lac Noir Peat Bog. North East of Algeria. *European journal of scientific research*, V, 17 : 416-424.
- Benslama M., Andrieu-Ponel V., Guiter F., Reille M., De Beaulieu J.L., Migliore J., Djamali M., 2010. Nouvelles contributions à l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation en Algérie: analyse polliniques de deux profils sédimentaires du complexe humide d'EL-Kala. *Comptes Rendus Biologies*, 333 : 744-754.
- Ben Tiba B., 1982. Relations pluie pollinique-végétation en Kroumirie (Tunisie Septentrionale). *Ecologia Mediterranea* VIII, 4 : 62-73.

Ben Tiba B., 1995. Cinq millénaires d'histoire de la végétation à Djebel El Ghorra, Tunisie septentrionale. *Publ.Occas.CIFEG Orléans*, 31 : 49-55.

Ben Tiba B., Reille M., 1982. Recherche pollenanalytiques dans les montagnes de Kroumirie (Tunisie Septentrionale) : premiers résultats. *Ecologia Mediterranea* ,VIII (4) : 76-86.

Berglund B.E., 1969. Vegetation and human influence in south Scandinavia during Prehistoric time. *Oikos, supplementum*, 12 : 9-28.

Berglund B.E., Gaillard M.J., Bjorkman L., Persson T., 2008. Long-term changes in floristic diversity in southern Sweden: palynological richness, vegetation dynamics and land-use. *Veget Hist Archaeobot* ,17 : 573-583.

Berglund B.E., Persson T., Bjorkman L., 2008. Late Quaternary landscape and vegetation diversity in a North European perspective. *Quaternary International* ,184 : 187-194.

Berglund B.E., Ralska-Jasiewiczowa M., 1986. Pollen analysis and pollen diagrams. In Berglund B.E (ed), *Handbook of Holocene Paleoecology and Paleohydrology* . John Wiley & Sons. Chichester : 455-484.

Bernard J et Reille M., 1987. Nouvelles analyses polliniques dans l'Atlas de Marrakech, Maroc, *Pollen et Spores*, XXIX : 225-240.

Bertness M.D., Shumway S.W., 1993. Competition and facilitation in marsh plants. *The American Naturalist*, 142 : 718-724.

Beug H.J., 2004. *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiet* ; Munchen (D), Pfeil, : 542 p.

Billen G., Garnier J., 2000. Nitrogen transfers through the seine drainage network : a budget based on the application of the Rivers trahler model. *Hydrobiologica*, 410 : 139-150.

Birks H.J.B., 1972. Modern pollen rain studies in some arctic and alpine environment. In: 14th *Symposium of the British Ecological. Society Quaternary Plant Ecology*, West HBAR, Cambridge : 142-167.

Birks H.J.B., Line J.M., Persson T., 1988. Quantitative Estimation of Human Impact on Cultural Landscape. In : *The Cultural Landscape, Past, Present and Future*. Cambridge University Press : 229-240.

Birks H.J.B., 1990. Indicator values of pollen-types from post-6000 B.P. Pollen assemblages from southern Sweden. *Quaternary Studies in Poland*, 10 : 21-31.

Birks H.J.B. , Line J.M., 1992. The use of rarefaction analysis for estimating palynological richness from Quaternary pollen-analytical data. *The Holocene*, 2 : 1-10.

Birks H.J.B., 1996. Contributions of Quaternary paleoecology to nature conservation. *Journal of vegetation Science*, 7 : 89-98.

Blaaw M. , 2010. Methods and code for classical age-modeling of radiocarbon sequences. *Quaternary International* : 1-17.

Bonnet B., Aulong S., Goyet S., Lutz M., Mathevet R., 2005. *Gestion intégrée des zones humides méditerranéennes : Conservation des zones humides*. Tours du Valat, Arles, 160 p.

- Bonnier G., Douin R., 1991. *Flore complète illustrée en couleurs de France, Suisse et Belgique*. Paris, Librairie Générale de l'enseignement.
- Bottollier-Curtet M., Muller S.D., 2009. Contexte et dynamique passée de la végétation d'une tourbière méditerranéenne (Massif de l'Aigoual, France). *Comptes Rendus Biologies*, 332 : 69-82.
- Bouahim B., 2010. *Usage et conservation des mares temporaires méditerranéennes : cas des mares temporaires de la région de Benslimane (Maroc occidental)*. Thèse de l'Université Hassan II, Faculté des Sciences Ain Chock et Université de Montpellier II , p 158.
- Bouahim S., Rhazi L., Amami B., Sahib N., Rhazi M., Waterkeyn A., Zouahri A., Mesleard F., Muller S.D., Grillas P., 2010. Impact of grazing on the species richness of plant communities in Mediterranean temporary pools (western Morocco). *Comptes Rendus Biologies*, 333 : 670-679.
- Bouameur B., 2001. MedWet Coast, projet pour la conservation des zones humides et des écosystèmes de la région méditerranéenne. *Paysages et jardins méditerranéens*. Presse Universitaire du Mirail : 14-17.
- Bouaoune D., 1995. *Contribution à l'étude floristique des étages de végétation de l'Atlas Blidéen (phytoécologie, phytosociologie et déterminisme climatique)*. Thèse de Magister. U.S.T.H.B. Alger. 169 p.
- Bouazouni O., 2004. *Parc National d'El Kala. Etude socio-économique de PNEK*. Projet régional pour le développement d'aires marine et côtières protégées dans la région de la méditerranée. (MedMPA).
- Bougazelli N., Djender M., Thomas J.P., 1976. *Projet de parc national marin lacustre terrestre de El Kala (Annaba) Algérie*. Rapport présenté à la consultation d'experts sur les parcs marins et zones humides de la Méditerranée du PNUE.
- Boulaacheb N., Clément B., Djellouli Y., Gharzouli R., 2007. Les mares temporaires de Djebel Megriss (Nord de Sétif, Algérie). *Symbiose*. Nouvelle série, 19 : 56-60.
- Boulaacheb N., 2009. *Etude de la végétation terrestre et aquatique du djebel Mégriss (nord tellien, Algérie). Analyse floristique, phytosociologique et pastorale*. Sétif, Université Ferhat Abbas, faculté des Sciences, département de biologie végétale. 402 p.
- Boulaacheb N., Clément B., Gharzouli R., 2011. Les groupements végétaux des mares temporaires des hauts plateaux sétifiens (Djebel Mégriss, Nord Tellien, Algérie). *Bull men Soc.Linn. Lyon*, 80 (7/8) : 149-189.
- Boulaacheb N., 2013. Les paysages végétaux du djebel Mégriss (Tell septentrional, Algérie) : diversité des écosystèmes, richesse floristique, ampleur de l'anthropisation. *Physio-Géo*, 7 : 1-32.
- Bouldjedri M., De Belair G., Mayacha B., Muller S.D., 2011. Menaces et conservation des zones humides d'Afrique du Nord: le cas du site Ramsar de Beni-Belaid (NE algérien). *C.R. Biologies*, 557-772.
- Braun-Blanquet J., 1932. *Plant Sociology, the study of plant community* (translation by H.S.Conard, G.D.Fuller), Mc Graw Hill Books, New York.
- Braun-Blanquet J., 1936. Un joyau floristique et phytosociologique, l'Isoetion méditerranéen. . *Bulletin de la Société d'Etudes de Sciences Naturelles de Nimes* 67. SIGMA. Comm, 42 : 1-23.

- Brinson M.M., Kruczynski W., Lee L.C., Nutter W.L., Smith R.D et Whigham D.F., 1994. Developing and approach for assessing the functions of wetland. In: *Mitsch W.J. Ed, Global Wetlands: old world new, Amsterdam: Elsevier*: 615-624.
- Brostrom A., Gaillard M.J., Ihse M., Odgaard B., 1998. Pollen-landscape relationships in modern analogues of ancient cultural landscapes in southern Sweden: a first step towards quantification of vegetation openness in the past. *Vegetation History and Archaeobotany*, 7: 189-201.
- Brostrom A., Sugita S., Gaillard M.J., 2004. Pollen productivity estimates for the reconstruction of past vegetation cover in the cultural landscape of southern Sweden. *The Holocene*, 14 (3): 368-381.
- Brostrom A., Nielsen B., Gaillard M.J., Hjelle K., Mazier F., Binney H., Bunting J., Fyfe R., Meltsov V., Poska A., Rasanen S., Soepboer W., Von Steding H., Suutari H., Sugita S., 2008. Pollen productivity estimates of key European plant taxa for quantitative reconstruction of past vegetation. *Vegetation History and Archaeobotany*, 17, (5) : 461-478.
- Brun C., 2007. *Archéophytes et néophytes. Pour une nouvelle détermination des marqueurs polliniques de l'anthropisation. Le cas des milieux cultivés et rudéraux de Franche-Comté. Besançon. Laboratoire de Chrono-écologie UMR 6565, Université de Franche-Comté*. 298 p.
- Bullock J.M., Clear H.B., Silvertown J., Sutton M., 1995. Gap colonization as a source of grassland community change: effects of gap size and grazing on the rate and mode of colonization by different species. *Oikos*, 72 : 273-282.
- Bunting M.J., 2003. Pollen-based reconstruction of cultural landscapes: an investigation of pollen source area for non-arboreal taxa. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 125 : 285-298.
- Bunting M.J., 2008. Pollen in wetlands: using simulations of pollen dispersal and deposition to better interpret the pollen signal. A PollLandCal contribution. *Biodiversity and Conservation*, 17 : 2079-2096.
- Bunting M.J., Armitage R., Binney H.A., Waller M., 2005. Estimates of relative pollen productivity and relevant source area of pollen for major tree taxa in two Norfolk (UK) woodlands. *The Holocene*, 15, (3) : 459-465.
- Burney D.A., Robinson G.S., Pigotte Burney L., 2003. Sporormiella and the late Holocene extinctions in Madagascar, *PNAS*, : 10800-10805.
- Burnouf J., Muxart T., Villalba B., Vivien F.D., 2003. Le passé a de l'avenir : premier bilan de l'appel d'offre « Histoire de l'interaction des sociétés-milieux » et perspectives de recherches. *Des milieux et des hommes, fragments d'histoires croisées*. Elsevier, Paris : 15-28.
- Butzer K.W., 2005. Environmental history in the Mediterranean world: cross-disciplinary investigation of cause-and-effect for degradation and soil erosion. *Journal of Archaeological Science*, 32 : 1773-1800.
- Campbell I.D., 1991. Experimental mechanical destruction of pollen grains. *Palynology*, 15 : 29-33.
- Carrion J.S., 2002. A Taphonomic study on modern pollen assemblages from dung and surface sediments in arid environments of Spain. *Review of Paleobotany and Palynology*, 135 : 217-232.
- Castaneda C., Herrero J., 2008. Assessing the degradation of saline wetlands in a arid agricultural region in Spain. *Catena*, 72 : 205-213.

- Cheddadi R., Lamb H.F., Guiot J., Van Der Kaars S., 1998. Holocene climatic change in Morocco: a quantitative reconstruction from pollen data, *Climate Dynamics*, 14 : 883-890.
- Chevassut G., 1956. Les groupements végétaux du marais de la Rassauta; *Annales de l'institut Agricole et des Services de Recherches et d'Expérimentation Agricoles de l'Algérie*, 10 : 1-96.
- Chevassut G., Quezel P., 1956. Contribution à l'étude des groupements végétaux des mares transitoires à *Isoetes velata* et de dépressions humides à *Isoetes hixrix* en Afrique du Nord. *Bull.Soc.Hist.Nat.Afrique du Nord*, 47 : 59-73.
- Cizel O., 2009. *Protection et gestion des espaces humides et aquatiques : Guide juridique d'accompagnement des bassins de Rhône-Méditerranée et de Corse*. CHZH publisher.
- Collinge S.K., 2003. Germination , early growth, and flowering of a vernal pool annual in response to soil moisture and salinity. *Madarono*, 50 : 83-93.
- Connell J.H., Slatyer R.O., 1977. Mechanisms of Succession in Natural Communities and Their Role in Community Stability and Organization. *The American Naturalist*, 111 : 1119-1144.
- Costa L., Pritchard D., 2004. Le Statut des Zones Humides méditerranéennes: évaluations actuelles et priorités futures: Session technique du MedWet/Com6. Tipaza, Algérie.
- Court-Picon M., Buttler A., de Beaulieu J.L., 2005. Modern pollen-vegetation relationships in the Champsaur valley (French Alps) and their potential in the interpretation of fossil pollen records of past cultural landscapes. *Review of Paleobotany and Palynology*, 135: 13-39
- Court-Picon M., 2007. *Mise en place du paysage dans un milieu de moyenne et haute montagne du Tardiglaciaire à l'époque actuelle*. Thèse de doctorat, Laboratoire de chrono-écologie, UMR 6565. Université de Franche Comté. 714 p.
- Crain C.M., Albertson L.K., Bertness M.D., 2008. Secondary succession dynamics in estuarine marshes across landscape-scale salinity gradients. *Ecology*, 89 : 2888-2899.
- Cugny C., Mazier F., Galop D., 2010. Modern and fossil non pollen palynomorphs from the Basque montains (western Pyrenees, France): the use of coprophilous fungi to deal with past pastoral activities. *Vegetation History and Archaeobotany*, 19 : 391-408.
- Cugny C., 2011. *Apports des microfossiles non-polliniques à l'histoire du pastoralisme sur le versant nord Pyrénéen. Entre référentiels actuels et reconstitution du passé*. Thèse de Géographie, Université Toulouse le Mirail, vol 1 et 2, 273 p.
- Dahmeche H., Nouar H., 2001. *Influence des reboisements de Cèdre de l'Atlas sur la diversité floristique du Djebel Mégriss*. Mémoire Ingénieur. Université Ferhat Abbas Sétif. 90 p.
- Dallaire P.L., 2010. *Utilisation d'un géoradar afin de caractériser la stratigraphie de la tourbe et estimer le carbone organique accumulé dans une tourbière Boréale, région d'Estmain, Baie James, Québec*. Mém. 148 p.
- Damblon F., 1979. *Les relations entre la végétation actuelle et les spectres polliniques sur le plateau des Hautes Fagnes (Ardenne, Belgique)*, *Lejeunia*, n.s. 95 : 1-65.
- Damblon F., 1981. De l'analyse pollinique des touradons de Monocotylédones comme témoins de l'histoire récente de la végétation. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 23 : 171-182.

- Damblon F., 1991. Contribution pollenanalytique à l'histoire des forêts de chêne liège au Maroc : la subéraie de Krimda. *Paléoeologie*, 22 : 171-182.
- Damblon F., Vanden Berghen C., 1993. Etude paléocéologique (pollen et macrorestes) d'un dépôt tourbeux dans l'île de Djerba, Tunisie méridionale. *Palynosciences*, 2 : 157-172.
- Daoud-Bouattour A., Muller S.D., Ferchichi Ben Jamaa H., Ben Saad Limam S., Rhazi L., Soulié Marsche I., Rouissi M., Touati B., Ben Haj Jilani I., Gammar A., Gharbi Gammar Z., 2011. Conservation of Mediterranean wetlands: Interest of historical approach. *C.R.Biologies*, 334 : 742-756.
- Dapples D., Lotter A.F., Leeuwen J.F.N.V., Knaap W.O.V.D., Dimitriadis S., Oswald D., 2002. Paleoclimatological evidence for increased landslide activity due to forest clearing and land-use since 3600 cal BP in the western Swiss Alps. *Journal of Paleolimnology*, 27 : 239-248
- Daugas J.P., Raynal J.P., Ballouche A., Occhietti S., Pichet P., Evin J., Texier J.P., Debenath A., 1989. Le Néolithique nord-atlantique du Maroc: premier essai de chronologie par le radiocarbone. *CR. Acad.Sci. Paris*, 308, (II) : 681-687.
- Daumas P., Quezel P., Santa S., 1952. Deux nouvelles stations algériennes de *Pilularia minuata* Dur. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle d'Afrique du Nord, Alger*, 43 : 65-68.
- Davis M.B., 1994. Ecology and paleoecology begin to merge. *Trends in Ecology and Evolution*, 9 : 357-358.
- Davis O.K., 1987. Spores of the dung fungus *Sporormiella*: Increased abundance in historic sediment and before Pleistocene megafaunal extinction. *Quaternary Research*, 28 : 290-294.
- Dearing J.A., 2006. Climate-human-environment interactions: resolving our past. *Clim.Past*, 2 : 187-203
- Dearing J.A., Battarbee R.W., Dikau R., Larocque I., Oldfield F., 2006. Human-environment interactions: learning from the past. *Reg. Environ Change*, 6 : 115-123.
- De Belaire G., Samraoui B., 1994. Death of lake. Lac Noir in northeastern Algeria. *Environmental Conservation*, 21: 169-172.
- De Belair G., 2005. Dynamique de la végétation de mares temporaires en Afrique du Nord (Numidie orientale, NE Algérie). *Ecologia Mediterranea*, 31(1) : 83-100.
- De Belair G., 2008. Un carrefour d'origine biogéographique: les mares temporaires de Numidie (N.E. Algérie). *Au fil des mares*, 6/7 : 21-24.
- De Foucault B., 1984. *Systématique, structuralisme et synsystématique des prairies hygrophiles des plaines atlantiques françaises*. Thèse de Doctorat d'Etat Es Sc. Nat.Univ. De Rouen Haute Normandie. Tome 1 : 1-409 p., Tome II : 411-675.
- Deil U., 2005. A review on habitats, plant traits and végétation and ecology of ephemeral wetlands. *Phytocoeonologia*, 35 : 533-705.
- Delforge P., 1994. *Guide des orchidées d'Europe, d'Afrique du Nord et du proche orient*. Paris. Delachaux et Niestlé.
- Delhommeau C., 2008. *Au bord de la mare*. Spectacle co-production. Nombriil du monde.

- Devictor V., Moret J., Machon N., 2007. Impact of ploughing on soil seed bank dynamics in temporary pools. *Plant Ecology*, 192 : 45-53.
- Direction générale des forêts., 2004. *Atlas IV des zones humides algériennes d'importance internationale*. Ed. Diwan. 105 p.
- Djabi K., 2001. *Bilan écologique du reboisement de Cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica M.) du Djebel Mégriss. Approche dendroclimatologique*. Mémoire Ingéniorat. Université Ferhat Abbas Sétif. 96 p.
- Duhamel G., 1998. *Flore et cartographie des Carex de France*. Edition Boubée. 296 p.
- Dupuy A.R., 1972. L'urgence de la protection de la nature en Algérie. *Biological Conservation*, 4 : 102-106.
- Dutil P., Martinez C., Quezel P., 1959. Etude pédologique et palynologique de formations quaternaires de la daïa de M'Rara (W de l'Oued Rhir). *Bulletin de la société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 50 : 196-203.
- Duvigneaud J., 1986. La gestion écologique et traditionnelle de nos étangs. Pour la coexistence des deux écosystèmes "étang" et "étang mis en assec". *Nat. Belges*, 67 (3) : 65-94.
- Dwight P., 2001. Convention sur les zones humides : Les zones humides, un patrimoine culturel. *Le Bulletin de Ramsar* 32.
- El Hamouti N., LambH.F., Fontes J.C., Gasse F., 1991. Changements hydroclimatiques abrupts dans le moyen atlas marocain depuis le dernier maximum glaciaire. *C.R.Acad.Sci.Paris*, Ser. II 313 : 259-265.
- Eriksson O., 2000. Seed dispersal and colonisation ability of plants-assessment and implications for conservation. *Folia Geobotanica*, 35 : 115-123.
- Faure E., 2012. "Hautes terres" L'anthropisation des monts d'Aubrac et du Lévesou (Massif Central, France) durant l'Holocène. *Approche palynologique des dynamiques socio-environnementales en moyenne montagne*. Thèse de Géographie. Université de Toulouse le Mirail. 308 p.
- Feagri K., Iversersen J., 1989. *Textbook of pollen analysis*. John Wiley & Son, Chichester, 328 p.
- Ferchichi-Ben Jamaa H., Muller S.D., Daoud Bouattour A., Gharbi Gammar Z., Soulié Marsche I., Ouali M., Ben Saad Limam S., 2010. Structures de végétation et conservation des zones humides temporaires méditerranéennes: la région des Mogods (Tunisie septentrionale). *C.R Biologies*, 333 : 265-279.
- Feurdean A., Willis K.D., 2008. The usefulness of a long-term perspective in assessing current forest conservation management in the Apuseni Natural Park, Romania. *Forest Ecology and Management*, 256 : 421-430.
- Finlayson C.M., Hollis G.E., Davis T.J., 1992. *Managing mediterranean wetlands and their birds*. Symposium, Italy, Grado. Special publications.
- Fournier P., 1977. *Les quatre flores de France*. Paris, Le Chevalier : 1-23.
- Fustec E., Frochot B., Bendjoudi H., Thibert S., 1996. *Les fonctions des zones humides*. Revue biogéographique, Paris : Agence de l'eau Seine-Normandie, Unive. Paris. Dunod. 426p.

Fustec E., Greiner I., Schanen O., Gaillard S., Dzana J.G., 1999. Les zones humides riveraines : des milieux divers aux fonctionnements multiples, In *Meybeck M., de Marsily G., Fustec E. (Eds.), La seine en son bassin : Fonctionnement écologique d'un système fluvial anthropisé*. Paris Elsevier. : 211-262.

Fustec E., Lefeuvre C., 2000. *Fonctions et valeurs des zones humides*. Paris. Dunod. : 426p.

Gaillard M.J., 1984. *Etude palynologique de l'évolution Tardi- et postglaciaire de la végétation du Moyen Pays Romand (Suisse)*. Thèse .J. Cramer, Vaduz, 322 p.

Gaillard M.J., Birks H.J.B., Emanuelsson U., Berglund B.E., 1992. Modern pollen/land-use relationships as an aid in the reconstruction of past land-use and cultural landscapes: an exemple from south Sweden. *Vegetation History and Archaeobotany*, 1 : 3-17.

Gaillard M.J., Birks H.J.B., Emanuelsson U., Karlsson S., Lageras P., Olausson D., 1994. Application of modern land-use relationships to the interpretation of pollen diagrams-reconstructions of land-use history in south Sweden, 3000-0 BP. *Review of paleobotany and Palynology*, 82 : 47-73.

Gaillard M.J., 2007. Pollen methods and studies-archaeological applications, In S.A.Elias (ed) *Encyclopedia of quaternary Science*. Elsevier, Amsterdam : 2570-2595.

Gajewski K., Peros M.C., 2008. Testing the reliability of pollen-based diversity estimates. *Journal of Paleolimnology*, 40 : 357-368.

Galop D., 1998. *La forêt, l'homme et le troupeau dans les Pyrénées: 6000 ans d'histoire de l'environnement entre Garonne et Méditerranée*. GEODE-Laboratoire d'écologie terrestre-FRAMESPA. Toulouse le Mirail. 285 p.

Galop D., 2000. Les apports de la palynologie à l'histoire rurale. La longue durée des activités agropastorales pyrénéennes. *Etudes rurales*, 153/154 : 127-138.

Galop D., Mazier F., Lopez-Saez J.A., Vannière B., 2003. Palynologie et histoire des activités humaines en milieu montagnard. Bilan provisoire des recherches et nouvelles orientations méthodologiques sur le versant nord des Pyrénées. *Archéologie du Midi- Médiéval*, 21 : 159-170.

Galop D., Vaquer J., 2004. Regards croisés sur les premiers indices de l'anthropisation en domaine pyrénéen. In : *Néolithisation précoce. Premières traces d'anthropisation du couvert végétal à partir des données polliniques*, Richard H. (dir), Besançon : 179-194.

Galop D., Rendu C., Barcet H., Buttler A., Campmajo P., Cugny C., Gauthier E., Legaz A., Lopez-Saez J.A., Mazier F., Métaillé J.P., Dominique S., Vannière B., 2004. *Paléoenvironnement et archéologie pastorale. Propositions méthodologiques pour une approche intégrée des modalités de l'anthropisation en haute montagne pyrénéennes du Néolithique à l'actuel*. Besançon. UMR 6565 CNRS. Université de Franche-Comté, 70 p.

Galop D., 2005. La conquête de la montagne pyrénéenne au Néolithique. Chronologie, rythmes et transformation des paysages à partir des données polliniques. In : *Populations néolithiques et Environnements*. Séminaire du Collège de France, Guilaïne J. (dir). Edition Errance : 279-295.

Galop D., Houet T., Mazier F., Leroux J., Rius D., 2011. Grazing activities and biodiversity history in the Pyrenees: New insights on high altitude ecosystems in the framework of Human- Environment Observatory. *Science Highlights: Integrative Paleoscience*, 19 : 53-55.

- Garcia N., Cuttelod A., Abdul Malak D., 2010. The status and distribution of freshwater biodiversity in Northern Africa : The IUCN Red List of Threatened Species. Regional Assessment. IUCN, Gland, Switzerland, Cambridge, UK and Malaga, Spain.
- Gauthier-Lièvre L., 1931. *Recherche sur la flore des eaux continentales de l'Afrique du Nord*. Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord. Mem. 299p.
- Géhu J.M., Kaabeche M., Gharzouli R., 1994. Phytosociologie et typologie des habitats des rives des lacs d'El Kala (Algérie). Colloque de Phytosociologie XXII « la syntaxonomie et la synsystème européenne, comme base typologique des habitats » Bailleul, 1993 : 296-329.
- Gharzouli R., 2007. *Flore et végétation de Kabylie des Babors. Etude floristique et phytosociologique des groupements forestiers et post-forestiers des djebels Takoucht, Adrar Ou-Mellal, Tababort et Babor. Sétif, Algérie*. Université Ferhat Abbas. Sétif. Faculté des Sciences, département de biologie. 373 p.
- Gherzouli C., 1998. *Biodiversité floristique du Djebel Mégriss. Sétif Algérie*. Mémoire d'ingénieur. Université Ferhat Abbas. 105 p.
- Gherzouli C., 2005. *Aménagement des mares temporaires du Djebel Mégriss, Sétif. Algérie*. DEA. Environnement et paysage. GEODE. Université de Toulouse le Mirail.
- Ghosn D., Vogiatzakis I.N., Kazakis G., Dimitriou E., Moussoulis E., Maliaka V., Zacharias I., 2010. Ecological changes in the highest temporary pond of western Crete (Greece): past, present and future. *Hydrobiologia*, 648 : 3-18.
- Giudicelli J., Thiery A., 1998. La faune des mares temporaires, son originalité et son intérêt pour la biodiversité des eaux continentales méditerranéennes. *Ecologia Méditerranéa*, 24,(2) : 135-145.
- Gopal B., 1986. Vegetation dynamics in temporary and shallow freshwater habitats. *Aquatic Botany*, 23 : 391-396.
- Grillas P., Gauthier P., Yavercovski N., Perennou C., 2004. *Les mares temporaires méditerranéennes. Enjeux de conservation, fonctionnement et gestion*. Tour du Valat, Arles.
- Grimes S., 2005. *Plan de gestion du parc national d'El Kala*. MedMPA/PNUE/PAMCARASP.
- Grimm E., 1987. Coniss: A fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum squares, *Computers&Geosciences*, 13, (1) : 13-35.
- Grimm E., 1991-1993. *Tilia and Tilia graph*. Illinois State museum, Illinois.
- Groenman-Van Waateringe W., 1993. The effects of grazing on the pollen production of grasses. *Veget Hist Archaeobot*, 2 : 157-162.
- Hammada S., Dakki M., Ibn Tattou M., Ouyahya A., Fennane M., 2004. Analyse de la biodiversité floristique des zones humides du Maroc. Flore rare, menacée et halophile. *Acta Bot. Malacitana*, 29 : 43-66.
- Hecker N., Tomas Vives P., 1995. *Statut des inventaires des zones humides dans la région méditerranéenne*. BIROE/ICN, IWRB publication 38. 146 p.

- Heiri O., Lotter A.F., Lemke J., 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediment: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology*, 25 : 101-110.
- Hjell K.L., 1997. Relationship between pollen and plants in human influenced vegetation types using presence-absence data in western Norway. *Review of Paleobotany and Palynology*, 99 : 1-16.
- Hjell K.L., 1999. Modern pollen assemblages from mown and grazed vegetation types in western Norway. *Review of Paleobotany and Palynology*, 107 : 55-91.
- Hutchings N.J., Gordon I.J., 2001. A dynamic model of herbivore-plant interactions on grasslands. *Ecological Modelling*, 136: 209-222.
- Iversen J., 1949. The influence of prehistoric man on vegetation. *Danmarks Geologiske Undersogelse Research*, 3, (6) : 5-25.
- Jacobson G.L.J et Bradshaw R.H.W., 1981. The selection of sites for paleovegetation studies. *Quaternary Research*, 16, (80) : 53-96.
- Jalut G., 1991. Le pollen, traducteur de paysages agraire. *Pour une archéologie agraire*, Guilaïne J. (dir.), Armand Colin, Paris : 345-368.
- Janssen C.R., 1959. Alnus as a disturbing Factor in Pollen Diagrams. *Acta botanica Neerlandia*, 8: 55-58.
- Janssen C.R., 1967. A postglacial pollen diagram from a small Typha swamp in northwestern Minnesota, interpreted from pollen indicators and surface samples. *Ecological Monographs*, 37 : 145-172.
- Janssen C.R., 1970. Problems in the recognition of plant communities in pollen diagrams. *Vegetatio*, 20 : 187-198.
- Janssen C.R., 1973. Local and regional pollen deposition. In: *Birks H.J.B., West R.G. (ed) Quaternary Plant Ecology*, pp: 31-42. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.
- Janssen C.R., 1979. The development of palynology in relation to vegetation science, especially in the Netherlands. In: *Werger M.J.A. (ed), The study of vegetation*: 229-246.
- Joleau L., 1936. Etude géologique de la région de Bône et de la Calle. *Bulletin de service de carte géologique de l'Algérie*. V. II : 12-199.
- Julien A., 1894. *Flore de la région de Constantine*. 332 p.
- Keeley J.E., Zedler P.H., 1998. Evolution of life histories in pines. In: *D.M. Richardson (ed), Ecology and biogeography of Pinus*. pp: 219-250. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Khaled Khoudja S., 2002. Etude hydrochimique et floristique de deux écosystèmes eutrophes de la Numidie orientale algérienne. *Sciences et Technologie*, numéro spécial, D : 47-57.
- Knaap van der W.O., 2009. Estimating pollen diversity from pollen accumulation rates: a method to assess taxonomic richness in the landscape. *The Holocene*, 19 : 159-163.
- Khalifaoui S., 2010. Evaluation géostatistique de tassement des différents sols du Nord-Est algérien. *Afrique Science*, 6 (3) : 75-86.

- Lahmar R., Batouche S., Labiod H., Meslem M., 1993. Les sols et leur répartition dans les Hautes Plaines Sétifiennes. *Eaux et sols d'Algérie*, 6 : 60-70.
- Lamb H.F., Eicher U., Switsur V.R., 1989. An 18000-year record of vegetation, lake-level and climatic change from Tigalmamine, Middle Atlas, Morocco. *Journal of Biogeography*, 16, (6) : 5-74.
- Lamb H.F., Damblon F., 1989. Vegetational history of the Middle Atlas, Morocco: a comparison with modern distribution. 1 Symposium. African Palynology. Rabat.
- Lamb H.F., Damblon F., Maxted R.W., 1991. Human impact on the vegetation of the middle Atlas, Morocco, during the last 5000 years. *Journal of Biogeography*, 18 : 519-532.
- Le Dantec C., Suc J.P., Suballyova D., Vernet J.L., Fauquette S., Calleja M., 1998. Evolution floristique des abords de la mare de Grammont (Montpellier, sud de la France) depuis un siècle: disparition d'*Isoetes setacea* Lam. *Ecologia Mediterranea*, 24 : 195-170.
- Legri P., 1987. De l'écologie à la paléoécologie. In : *Palynologie, Ecologie, Paléoécologie. Actes du Xème Symposium de l'APLF*. Bordeaux. Institut Français de Pondichéry Travaux de la Section Scientifique et Technique. Tome XXV : 1-9.
- Lenssen J., Menting F., Putten W.V.D., Blom K., 1999. Control of plant species richness and zonation of functional groups along a freshwater flooding gradient. *Oikos*, 86 : 523-534.
- Lepart J et Escarré J., 1983. La succession végétale, mécanismes et modèles: analyse biogéographique. *Bulletin d'Ecologie*, 14 : 133-178.
- Lindbladh M., Niklasson M., Karlson M., Bjorkman L., Churski M., 2008. Close anthropogenic control of *Fagus sylvatica* establishment and expansion in a Swedish protected landscape-implications for forest history and conservation. *Journal of biogeography*, 35 : 682-697.
- Lopez J., Lopez A.G., Tixier C., 2002. Crisis? What Crisis? L'Anthropisation du milieu et la biodiversité dans la Baie de Cadiz (Espagne). Les apports de la Palynologie. *Orsis*, 17 : 91-99.
- Lorenzoni C., Paradis G., 1997. Description phytosociologique d'une mare temporaire à *Elatine brochonii* dans le Sud de la Corse. *Bulletin de la société Botanique du centre ouest*, 28 : 21-46.
- Louni D., 1994. Les forets algériennes. *Forets méditerranéennes*. XV, 1 : 59-63.
- Manzaneda A.J., Sperens U., Garcia M.B., 2005. Effects of microsite disturbances and herbivory on seedling performance in the perennial herb *Helleborus foetidus* (Ranunculaceae). *Plant Ecology*, 179 : 73-82.
- Mathes J., Quezel P., Raynaud C., 1985. The Maghreb countries In: *Gomez-Campo. Plant conservation in the Mediterranean area*. Junk publisher : 141-158.
- Maire R., (1952-1980). *Flore de l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara)*. Paris, Ed. Le Chevalier.
- Mazier F., 2006. *Modélisation de la relation entre pluie polliniques actuelle, végétation et pratiques pastorales en moyenne montagne (Pyrénées et Jura). Application pour l'interprétation des données polliniques fossiles*. U.F.R des Sciences et Techniques, Université de Franche-Comté. 243 p.

- Mazier F., Galop D., Brun C., Buttler A., 2006. Modern pollen assemblages from grazed vegetation in the western Pyreness, France: a numerical tool for more precise reconstruction of past cultural landscapes. *The Holocene*, 16 (1) : 91-103.
- Mazier F., Galop D., Gaillard M.J., Rendu C., Cugny C., Legaz A., Peyron O. and Buttler A., 2009. Multidisciplinary approach to reconstructing local pastoral activities: an exemple from the Pyrenean Mountains (Pays Basque). *The Holocene*, 19 (2) : 171-188.
- Martin S et Magnin F., 2008. Du paléoenvironnement au paléopassage: peut on reconstituer les paysages anciens et leur evolution à partir de données paléoécologiques ? Apports de l'analyse malacologique dans un paysage actuel méditerranéen en (Sud-Est de la France). Paysages et Environnement ; De la reconstitution de passé aux modèles prospectifs. Galop (D) dir. Besançon Presse Universitaire de Franche-Comté. Annales Littéraires Série « Environnement, Société, Archéologie) : 15-30.
- Médail F., Michaud H., Molina J., Loisel R., 1996. Biodiversité et conservation des phytocénoses des mares temporaires dulçaquicoles et oligotrophes de France méditerranéenne. In *Actes des 7 ème Rencontre de l'A.A.P.E. Provence-Alpes-Cotes d'Azur. Colloque scientifique inter-national Bio Mes, Digne* : 47-57.
- Médail F., Quezel P., 1997. Hot -spot analysis for conservation of plants biodiversity in the Mediterranean Bassin. *Ann..Mo. Bo. Gard*, 84: 112-127.
- Médail F., Michaud H., Molina J., Paradis G., Loisel R., 1998. Conservation de la flore et de la végétation des mares temporaires dulçaquicoles et oligotrophes de France méditerranéenne. *Ecologia Mediterranea*, 24 (2) : 119-134.
- Meddour R., Laribi M., 1999. La ripisylve à *Alnus glutinosa* (L) Gaeatn. De l'Akfadou (Grande Kabylie, Algérie). *Doc.Phytosoc.N.S*, 19 : 386-400.
- Messaoud Zahraoui K., Azzedine F., 2002. *Inventaire des plantes fourragères du Djebel Mégriss (Nord de Sétif)*. Mém. Ingé. Univ. Ferhat Abbas Sétif, 29 p. + annexes.
- Messaoudène M., 1989. *Dendroécologie et productivité de Quercus afares et Quercus canariensis en Algérie*. Thèse d'état. Aix- Marseille III.
- Messaoudène M., Tafer M., Loukkas A., Marchal R., 2008. Propriétés physiques du bois de chêne zéen de la foret de Ait Ghorbi (Algérie). *Bois et forets des tropiques*, 298 (4) : 37-48.
- Miras Y., 2004. *L'analyse pollinique du plateau de millevaches (Massif central-France) et des sites périphériques limousins et auvergnats. Approche des paléoenvironnements, des systèmes agro-pastoraux et évolution des territoires ruraux*. Laboratoire de Chrono-écologie UMR 6565, Université de Franche Comté. 300 p.
- Molina J., 1998. Typologie des mares de Roque-Haute. *Ecologia Méditerranée*, 24(2) : 207-216.
- Molina J.A., 2005. The vegetation of temporary ponds with *Isoetes* on the Iberian Peninsula. *Phytocoenologia*, 35 : 219-230.
- Mollard M., 2001. Une gestion en bien commun de leur milieu de vie par des hommes responsables. Elément clef du retour à l'équilibre de notre société. 12p.
- Moore P.D., Webb J.A., Collinson M.E., 1991. *Pollen analysis*. (Ed) BlackWell Scientific Publication, Oxford-London-Edinburgh-Malden-Victoria-Paris, 216 p.

- Muller S.D., 2001. *Conditions de l'accumulation du carbone dans une tourbière du Québec méridional: l'influence des facteurs autogènes et des contrôles allogènes*. Thèse de Science. Université d'Aix-Marseille III et Université de Montréal, Québec.
- Muller S. D., Bruneton H., Soulié Marsche I., Rey T., Thiéry A., Waterkeyn A., Brendonck L., Schevin P., Yavercovski N., Grillas P., 2008. Long-term dynamics of a Mediterranean alkaline vernal pool (Rhône delta, southern France). *Wetlands*, 28 : 951-966.
- Muller S.D., Miramont C., Bruneton H., Carré M., Sottocornola M., Court-Picon M., De Beaulieu J.L., Nakagawa T., Schevin P., 2012. A paleoecological perspective for the conservation and restoration of wetland plant communities in the central French Alps, with particular emphasis on alder carr vegetation. *Review of Paleobotany and Palynology*, 171 : 124-139.
- Nadji N., 2001. *La diversité floristique du versant méridional de djebel Megriss (Sétif, Algérie)*. Mémoire d'Ingénieur. Université Ferhat Abbas Sétif.
- Nedjraoui D., 2001. Country Pasture Forage Ressource Profils Algérie. FAO. *Grassland and pasture Crops*. 24 p.
- Niox, 1890. Géographie militaire Algérie et Tunisie. *Géographie d'Algérie*. 42 p.
- Odgaard B., 1998. Fossil pollen as a record of past biodiversity. *Journal of Biogeography*, 26 : 7-17.
- Ortli B., Joye D.A., Castella E., Juge R., Cambin D., Lachavanne J.B., 2000. Does size matter ? The relationship between pond area and biodiversity. *Biological Conservation*, 104 : 59-70.
- Papayannis T., Salathé T., 1999. *Les zones humides méditerranéennes à l'aube du 21 ème siècle*. Medwet Publication. Tour du Valat. le Sambuc, Arles.
- Papayannis T., 2010. *Un patrimoine à préserver. Les zones humides méditerranéennes*. Ed . Buchet Chastel. 192 p.
- Paradis G., Lorenzoni Pietro C., Pozzo Di Borgo M.L., Sorba L., 2009. La végétation des mares temporaires méditerranéennes de la Corse. *Bulletin de la Société des sciences historiques et naturelles de la Corse*. 728-729 : 19-61.
- Pearce F., Crivelli A.J., 1994. Characteristics of Mediterranean Wetlands. *MedWet Publication*. 1. Tour Du Valat. Arles.
- Petit R.J., Brewer S., Bordaks S., Burg K., Cheddadi R., 2002. Identification of refugia and post-glacial colonisation routes of European white oaks based on chloroplast DNA and pollen fossil evidence. *Forest Ecology and Management*, 156 : 49-75.
- Pineda F.D., Di Castri F., Orcoyen C.G., Villaneva J.R., 1991. Estudio y conservación de la diversidad biológica. *Biological Diversity*, 15-19.
- Popiela A., Lysko A., Wieczorek A., Nalepka D., 2011. The distribution of *Elatine hexandra* (Lapierre) DC. (Elatinaceae). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 80. N1 : 27-32.
- Prentice I.C., 1988. Records of vegetation in time and space: the principal of pollen analysis. In *Huntley , B, Webb III, T (Eds), Vegetation history*: 17-42.
- Quezel P., 1957. *Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. Essai de synthèse biogéographique et phytosociologique*. Ed. Lechevalier. Paris. 463p.

- Quezel P., Santa S., 1962. *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Paris, C.N.R.S.
- Quezel P., 1964. L'endémisme dans la flore d'Algérie. *C.R de la société de Biogéographie*, 361 : 137-149.
- Quezel P., 1976. Les forêts du pourtour méditerranéen; In : *Forêts et maquis méditerranéen: écologie, conservation et aménagement*. Notes techniques du MAB, UNESCO. PARIS, 2 : 10-23.
- Quezel P., 1998. La végétation des mares transitoires à *Isoetes* en région méditerranéenne, intérêt patrimoniale et conservation. *Ecologia Mediterranea* , 24(2) : 111-117.
- Quezel P., Médail F., 2003. *Ecologie et Biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*. Lavoisier. Paris 573 p.
- Raachi S., El Bahi F., 2002. *Etude phytosociologique des plantes aquatiques de djebel Megriss (Sétif, Algérie)*. Mém. D'Ing. Univ. Ferhat Abbas. Sétif. 34 p. + annexe.
- Ramade F., 1993. *Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement*. Ed . des Sciences. 768 p.
- Ramade F., 2003. *Elément d'écologie. Ecologie fondamentale*. Ed. Dunod. 360 p.
- Reille M., 1976. Analyse pollinique de sédiments postglaciaires dans le Moyen Atlas et le Haut Atlas marocains : premiers résultats, *Ecologia Mediterranea* , 2 : 153-170.
- Reille M., 1977. Contribution pollenanalytique à l'histoire de la végétation des montagnes du rif (Maroc septentrional), *Suppl. Bull.Ass. Fr. Etude Quaternaire* : 53-76.
- Reille M., 1979. Analyse pollinique de lac de Sidi Bou Rahba, littoral atlantique (Maroc). *Ecologia Mediterranea* , 4 : 61-65.
- Reille M., 1990. *Leçon de palynologie et d'analyse pollinique*. Paris, Edition du centre national de la recherche scientifique.
- Reille M., 1992. *Pollens et spores d'Europe et d'Afrique du Nord*. Atlas photographique, Laboratoire de Botanique Historique et Palynologique. URA1152 CNRS, Marseille, 520 p.
- Rhazi L., Grillas P., Mounirou Tour A., Than Ham L., 2000. Impact of land use in catchment and human activities on water, sediment and vegetation of mediterranean temporary pools in Morocco. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Paris, Life Sciences*, 324 : 165-177.
- Rhazi L., 2001. *Etude de la végétation des mares temporaires et l'impact des activités humaines sur la richesse et la conservation des espèces rares au Maroc*. Thèse de Science, Université de Hassan II, Casablanca, 190 p.
- Rhazi L., Rhazi M., Grillas P., El Khyari D., 2006. Richness and structure of plant communities in temporary pools from western Morocco: influence of human activities. *Hydrobiologia*, 570 : 197-203.
- Rhazi L., Grillas P., Rhazi M., 2008. Les mares temporaires d'Afrique du Nord. *Au fil des mares*, 6/7 : 9-10.
- Rhazi L., Grillas P., Rhazi M., Aznar J.C., 2009. Ten year dynamics of vegetation in a Mediterranean temporary pool in western Morocco. *Hydrobiologia*, 634 : 185-194.

- Rhazi M., Grillas P., Charpentier A., Médail F., 2004. Experimental management of mediterranean pools for conservation of the rare quillwort *Isoetes setacea*. *Biological conservation*, 118 : 675-684.
- Richard H., 1994. Indices d'anthropisation dans les diagrammes polliniques du massif Jurassien. *Palynosciences*, 3 : 37-49.
- Richard H., 1995. Analyses de l'anthropisation du milieu à partir de quelques exemples d'arbres et d'arbustes. *Les XV^{ème} rencontres internationales d'Archéologie et d'histoire d'Antibes*. Antibes APDCA : 143-159.
- Richard H., 2001. L'introduction de l'agriculture dans la montagne jurassienne. Plus d'un millénaire de succès et d'échecs apparents. *Etudes Rurales*, 153/154 : 115-125.
- Richard H et Ruffaldi P., 2004. Premières traces polliniques d'influence de l'Homme sur le couvert végétal de l'Est de la France. In *Néolithisation précoce. Premières traces d'anthropisation du couvert végétal à partir des données polliniques*. Richard H. (dir), Presses Universitaires Franc-comtoises, Besançon : 117-125.
- Ricklefs R. E., Miller G.L., 2005. *Ecologie*. Ed. De Boeck. Université. 822p.
- Ritchie J.C., 1984. Analyse pollinique de sédiments holocènes supérieurs des hauts plateaux du Maghreb oriental. *Pollen et Spores* XXVI, 3-4 : 489-496.
- Salamani M., 1991. Premières données palynologiques sur l'histoire Holocène du massif de l'Akfadou (Grande Kabylie, Algérie). *Ecologia Mediterranea*, XVII : 145-159.
- Salamani M., 1993. Premières données paléophytogéographiques du Cedre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) dans la région de Grande Kabylie NE Algérie, *Palynosciences*, 2 : 147-155.
- Sanders H. L., 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *American Naturalist*, 102 : 243-82.
- Schotsman H.D., Bosserdet P., 1966. Notes sur *Elatine brochonii*. *Clav.Bull.Cent.Etud.Rech. Sc.Biarritz*, 6(2) : 251-267.
- Simberloff D., 1972. Properties of the rarefaction diversity measurement. *American Naturalist*, 106 : 414-18.
- Skinner J et Zalewski S., 1995. *Fonctions et valeurs des zones humides méditerranéennes*. Tour Du Valat, Le Sambuc, Arles.
- Smart M., Hollis G.E., 1990. *Ramsar Advisory Missions: Report No 21. Lac Oubeira, Lac Tonga, Algeria*.
- Stanbouli S., 1997. *Etude de l'Environnement en Tunisie Septentrionale à l'holocène: Etude palynologique et micropaléontologique de la séquence sédimentaire de Majen El Orbi*. Mémoire de DEA. Université de Liège Belgique.
- Stanbouli Essassi S., 2003. *Etude palynologique en Tunisie septentrionale et reconstitution de l'évolution de l'environnement de 40 000 ans à l'époque présente*. Thèse Université de Liège Belgique.

- Stenberg M., Gutman M., Perevolotsky A., Ungar E.D., Kigel J., 2000. Vegetation response to grazing management in a Mediterranean herbaceous community: a functional group approach. *Journal of Applied Ecology*, 37 : 224-237.
- Sugita S., 1994. Pollen representation of vegetation in Quaternary sediments: theory and method in patchy vegetation. *Journal of Ecology*, 82 : 881-897.
- Swetnam T.W., Allen C.D., Betancourt J.L., 1999. Applied historical ecology: Using the past to manage for the future. *Ecological Application*, 9 : 1189-1206.
- Thomas J., 1975. *Ecologie et dynamique de la végétation des dunes de Jijel à El- Kala. Est algérien*. These Doct. Spec. Ecol. Veg. Univ. Sc. Tech du Languedoc. 132 p.
- Tilman D., 1985. The resource ratio hypothesis of succession. *American Naturalist*, 125 : 827-852.
- Tinner R., Bergquist H.C., De Alessio G.P., Starr M.J., 2002. Geographically Isolated Wetlands: a Preliminary Assessment of their Characteristics and Status in Selected Areas of the United States. U.S. Department of the interior, Fish and Wildlife Service, Northeast Region, Hadley, M.A.
- Trémoлиère M., 2004. Plant response strategies to stress and disturbance: the case of aquatic plants; *Journal of Bioscience*, 29 : 461-470
- Valsecchi V., Carraro G., Conedera M., Tinner W., 2010. Late-Holocene vegetation and land-use dynamics in the Southern Alps (Switzerland) as a basis for nature protection and forest management. *The Holocene*, 20(4) : 483-495.
- Vanden Berghen C., 1966. Deux localités nouvelles d'*Elatine brochonii* .Clav. *Bull.Cent. Etud.Rech. Sc. Biarritz*, 6 (2) : 269-270.
- Van Leeuwen J.F.N., Froyd C.A., Van der Knapp W.O., Tye A., Willis K.J., 2008. Fossil pollen as a guide to conservation in the Galapagos. *Sciences*.Volume 322.
- Vela E., Benhouhou S., 2007. Evaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *C.R.Biologies*, 330 : 589-605.
- Vila J.M., 1976. *Notice explicative de la carte géologique au 1/50.000*. Feuille de Sétif .Serv de la carte géol d'Algérie.
- Vila J.M et Obert D., 1977. *Notice explicative de la carte géologique au 1/50.000*. Feuille de Kherrata. Serv de la carte géolo d'Algérie. 19 p.
- Weng C., Hooghiemstra H., Duivenvoorden J.F., 2006. Challenges in estimating past plant diversity from fossil pollen data: statistical assessment, problems, and possible solutions. *Diversity and Distributions*, 12 : 310-318.
- Willis K.J., Braum M., Sumegi P., Toth A., 1997. Does soil change cause vegetation change or vice versa? A temporal perspective from Hungary. *Quaternary*, 5 : 740-750.
- Willis K.J., Gillson L., Bruncic T.M., Figueroa Rangel B.M., 2005. Providing baselines for biodiversity measurements. *Trends in Ecology et Evolution*, 20 : 107-108.
- Willis, K. J et Birks H.J.B., 2006. What is natural? The need for a long-term perspective in biodiversity conservation. *Sciences* ,314 : 1261-1265.

Wolf A.P., 1995. Rarefaction analysis and microfossil count size. Newsletter. *INQUA Work Group on Data Handling*.

Xie Z., Xu W., Yan L., 2010. Analyzing qualitative and quantitative changes in coastal wetland associated to the effects of natural and anthropogenic factors in a part of Tianjin, China. *Estuarine Coastal and Shelf. Sciences*, 86 : 379-386.

Zedler J.B., 2000. Progress in wetland restoration ecology. *Trends in Ecology and evolution*, 15 : 402-407.

Zedler P.H., 2003. Vernal pools and the concept of "Isolated wetlands". *Wetlands*, 23 (3) : 597-607.

Annexe

(Tableau des taxons relevés dans les milieux anthropiques du Djebel Mégriss)

[illegible]

	Familles	Taxons	Cultures	Prairies & pâturages	Clairières	Friches & décombres	Pelouses
		<i>Leontodon tuberosus</i> L. <i>Microlonchus salmanticus</i> (L.) Dc. <i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass. <i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth <i>Santolina rosmarinifolia</i> L. <i>Scolymus grandiflorus</i> Desf. <i>Senecio leucanthemifolius</i> Poiret <i>Senecio vulgaris</i> L. <i>Sonchus arvensis</i> L. <i>Sonchus oleraceus</i> L. <i>Taraxacum levigatum</i> DC. <i>Tolpis virgata</i> Bertol. <i>Tragopogon porrifolius</i> L. <i>Urospermum dalechampsii</i> (L.) Schmid.	 • • • •	• • • • •	 • • •	 • • • •	
3	Boraginaceae	<i>Alkanna tinctoria</i> (L.) Tau. <i>Anchusa azurea</i> Mill. <i>Cerinthe major</i> L. <i>Cynoglossum cheirifolium</i> L. <i>Cynoglossum creticum</i> Miller. <i>Cynoglossum dioscoridis</i> Vill <i>Echium italicum</i> L. <i>Lithospermum tenuiflorum</i> L. <i>Myosotis collina</i> Hoffm. <i>Myosotis versicolor</i> (Pers.) Smith	 • • • • •	• • • • •			
4	Brassicaceae	<i>Biscutella didyma</i> L. <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medicus <i>Erysimum aurigeranum</i> Jeanb. Et Timb.-Lagr. <i>Lepidium draba</i> L. <i>Sinapis pubescens</i> L. <i>Thlapsi perfoliatum</i> L.	 • • •	• •	 •		
5	Campanulaceae	<i>Jasione humilis</i> Lois. <i>Specularia falcata</i>	 •				•
6	Caryophyllaceae	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill. <i>Cerastium pumilum</i> L. <i>Melandryum album</i> (Mill.) Sarke <i>Minuartia tenuifolia</i> (L.) Hiern <i>Paronychia argentea</i> (Pourr.) Lamk. <i>Sagina apetala</i> Ard. <i>Scleranthus annuus</i> L.		• • •		•	• • •

Familles	Taxons	Cultures	Prairies & pâturages	Clairières	Friches & décombres	Pelouses
	Silene coeli-rosa (L.) A.Br Silene gallica L. Silene inflata (Salisb.) Sm. Tunica illyrica (Ard.) Fisch. et Meg.		• •	•		•
Crassulaceae	Sedum amplexicaule DC. Umbilicus pendulinus L.		•		•	
Cistaceae	Fumana thymifolia (L.) Verlot Helianthemum cinereum Cav. Helianthemum croceum (Desf.) P. Helianthemum helianthemoides (Desf.) Grosser			• • • •		
Dipsacaceae	Knautia arvensis (L.) Coult. Scabiosa maritima (L.) Fiori. et Paol. Scabiosa semipapposa Salzm. Scabiosa stellata L.	•	•			• •
Fabaceae	Anthyllis tetraphylla L. Anthyllis vulneraria L. Lotus corniculatus L. Lotus edulis L. Medicago orbicularis (L.) All. Melilotus indicus (L.) All. Ononis reclinata L. Scorpiurus muricatus L. Trifolium angustifolium L. Trifolium campestre Schreber Trifolium glomeratum L. Trifolium lappaceum L. Trifolium repens L. Trifolium strictum L. Trifolium tomentosum L. Trifolum juliani Batt.	• • •	• • • • • • • • • • • • • • •			
Gentianaceae	Centaureum umbellatum (Gibb.) Beck					•
Geraniaceae	Erodium cicutarium L'Her. Erodium triangulare (Forsk.) Musch Geranium molle L.	• • •				
Iridaceae	Iris sisyrinchium L.		•			
Lamiaceae	Brunella laciniata L. Brunella vulgaris L. Phlomis crinita Cav. Phlomis herba venti L.	•				• • •

	Familles	Taxons	Cultures	Prairies & pâturages	Clairières	Friches & décombres	Pelouses
		<i>Salvia officinalis</i> L. <i>Satureja granatensis</i> (B. et R.) R.Fern. <i>Teucrium chamaedrys</i> L. <i>Thymus hirtus</i> Willd. <i>Thymus numidicus</i> Poiret	•				• • • •
15	Liliaceae	<i>Allium marginatum</i> S. et Sm. <i>Allium paniculatum</i> L. <i>Allium roseum</i> L. <i>Anthericum liliago</i> L. <i>Asphodelus aestivus</i> Brot. <i>Ornithogalum umbellatum</i> L. <i>Urginea maritime</i> (L.) Baker		• • • • • • •			
16	Linaceae	<i>Linum strictum</i> L. <i>Linum usitatissimum</i> L.	•	•			
17	Malvaceae	<i>Malope malocoides</i> L. <i>Malva sylvestris</i> L.	•			•	
18	Orchidaceae	<i>Himantoglossum hircinum</i> (L.) Spreng. <i>Ophrys atlantica</i> Munby <i>Orchis longicornu</i> Poiret <i>Orchis palustris</i> Jacq		• • • •			
19	Papaveraceae	<i>Papaver dubium</i> L. <i>Papaver pinnatifidum</i> Moris	• •				
20	Plantaginaceae	<i>Plantago coronopus</i> L. <i>Plantago lanceolata</i> L. <i>Plantago serraria</i> L.	•				•
21	Poaceae	<i>Aegilops triuncialis</i> L. <i>Aegilops ventricosa</i> Tausch <i>Alopecurus bulbosus</i> Gouan <i>Avena sterilis</i> L. <i>Bromus hordeaceus</i> L. <i>Bromus rubens</i> L. <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. <i>Cynosurus cristatus</i> Poiret <i>Echinaria capitata</i> (L.) Desf. <i>Elymus caput-medusae</i> L. <i>Hordeum murinum</i> L. <i>Hordeum secalinum</i> Scherb. <i>Phleum pratense</i> L. <i>Poa annua</i> L. subsp <i>exilis</i> (Thomm.) Asch. Et G.	•	• • • • • • • • • • • •	• • • • • • • • • • • •		

	Familles	Taxons	Cultures	Prairies & pâturages	Clairières	Friches & décombres	Pelouses
		<i>Poa bulbosa</i> L. <i>Scleropa rigida</i> (L.) Gris. <i>Stipa lagascae</i> R. et S. <i>Trisetum flavescens</i> (L.) Beauv. <i>Vulpia geniculata</i> (L.) Link.		• • •	• •		
22	Polygonaceae	<i>Rumex bucephalophorus</i> L.			•		
23	Resedaceae	<i>Reseda luteola</i> L.		•			
24	Rosaceae	<i>Alchemilla arvensis</i> (L.) Scop. <i>Filipendula hexapetala</i> Gibb. <i>Potentilla pensylvatica</i> I. <i>Potentilla reptans</i> L. <i>Rosa sicula</i> Tratt. <i>Sanguisorba minor</i> Scop.		• • • • •			• •
25	Rubiaceae	<i>Asperula hirsuta</i> Desf. <i>Galium saccharatum</i> All.	• •				
26	Scrofulariaceae	<i>Linaria heterophylla</i> Desf. <i>Linaria simplex</i> DC. <i>Parentucellia latifolia</i> (L.) Caruel <i>Parentucellia viscosa</i> M. <i>Verbascum blattaria</i> L. <i>Veronica arvensis</i> L.	• •				• • • •
27	Valerianaceae	<i>Fedia caput-bovis</i> Pomel. <i>Fedia cornucopiae</i> (L.) Gaertn <i>Valerianella morisoni</i> L.	• •	•			